

LA

SCIENCE

ET LA

VIE



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.

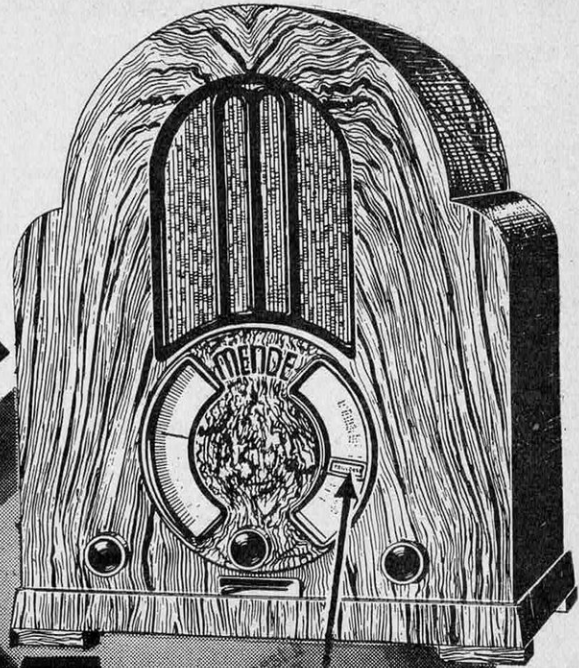
Emoluments (1).

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.

**RÉGLAGE
à la
LOUPE**



MENDEL

Règlage précis à double résultat simultané. - La manœuvre d'un seul bouton déplace en synchronisme sur un cadran lumineux, une loupe et une aiguille. - A travers la loupe apparaît en grosses lettres, la station que l'on veut entendre, tandis que l'aiguille se trouve automatiquement sur la longueur d'onde correspondante. - Cette double identification assure un repérage immédiat et sans erreur, de toutes les émissions. - Réception de toutes les stations européennes intéressantes à écouter.

SUPER SELECT "MENDEL" 194. - Montage inédit 5 lampes modernes équivaut à un montage 7 lampes. - Sélectivité 9 Kilocycles. - Fonctionne sur alternatif 110/240 Volts. - Modèle correspondant sur continu 110/240 Volts. - Garanti un an contre tout vice de construction.

Prix imposé. Frs. **2.275**

En vente : chez tous les revendeurs spécialistes. - Franco catalogue W. 5
Démonstrations : tous les jours aux heures d'émission.

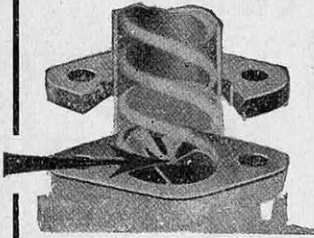
AGENT GÉNÉRAL POUR LA FRANCE ET LES COLONIES.

POWER • TONE • RADIO

9, Faubourg Poissonnière - PARIS-9^e

PUBL. A. GIORGI

Un accessoire vraiment moderne "GAZOGYR"



SPECIALITÉS A. M.

Le kilomètre plus vite, plus aisé et moins cher.

GAZOGYR A. M.
Marque déposée
Gazéificateur fixe breveté S. G. D. G.

Nouveau mode d'application de la turbulence.

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

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

Livré prêt à monter 42. »
à la commande

Livré prêt à monter 45. »
contre remboursement

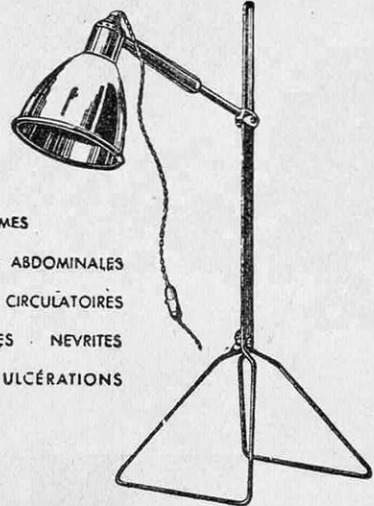
(Indiquer la marque et le type du véhicule)
GARANTIE. — Remboursement sous 8 jours en cas de non satisfaction.

SPECIALITÉS A. M., 54, r. Louis-Blanc
COURBEVOIE (Seine)
Voir l'article dans le n° 193, page 84

L'INFRA-ROUGE

— A DOMICILE —

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



RHUMATISMES

DOULEURS ABDOMINALES

TROUBLES CIRCULATOIRES

NÉVRALGIES · NEVRITES

PLAIES · ULCÉRATIONS

ETC., ETC.

LA VERRERIE SCIENTIFIQUE
12. AV. DU MAINE. PARIS. XV^e T. LITRE 81-82

Chemins de Fer de Paris-Lyon-Méditerranée

Le Wagon-lit à la portée de toutes les bourses

Des wagons-lits de 3^{me} classe circulent sur le P.-L.-M. entre Paris et la Côte d'Azur, Paris et la Vallée de Chamonix.

Tout comme les voyageurs de 1^{re} classe, les voyageurs de 3^{me} classe ont ainsi la possibilité de se déplacer en wagon-lit. Le supplément pour occuper une place de wagon-lit de 3^{me} classe est des plus réduits : vous ne paierez que **75 francs** de Paris à Marseille, **65 francs** de Paris à Saint-Gervais, en plus du billet de 3^{me} classe. Vous arriverez frais et dispos et vous aurez gagné un jour et économisé une nuit d'hôtel.

Pour des indications plus détaillées, veuillez vous adresser aux gares ou aux agences Wagons-Lits-Cook.

Depuis sa fondation "LA SCIENCE ET LA VIE" fait exécuter toutes ses illustrations par les

Établissements

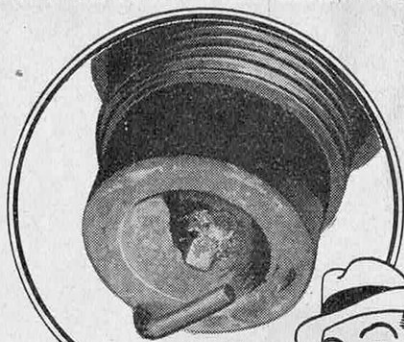
LAUREYS Frères

17, Rue d'Enghien, PARIS-10^e

Téléph. : PROVENCE 99-37, 99-38, 99-39



PHOTOGRAVURE—
GALVANOPLASTIE—
STÉRÉOCHROME—
COMPOSITION
PUBLICITAIRE —
STUDIO DE PHOTOS
DESSINS



Les Bougies usagées sont la cause...

de DÉPARTS DIFFICILES
MAUVAIS RENDEMENT
GASPILLAGE D'ESSENCE

Remplacez vos bougies usagées
par des bougies neuves et vous
aurez de bonnes performances

Adoptez une marque qui a fait
ses preuves



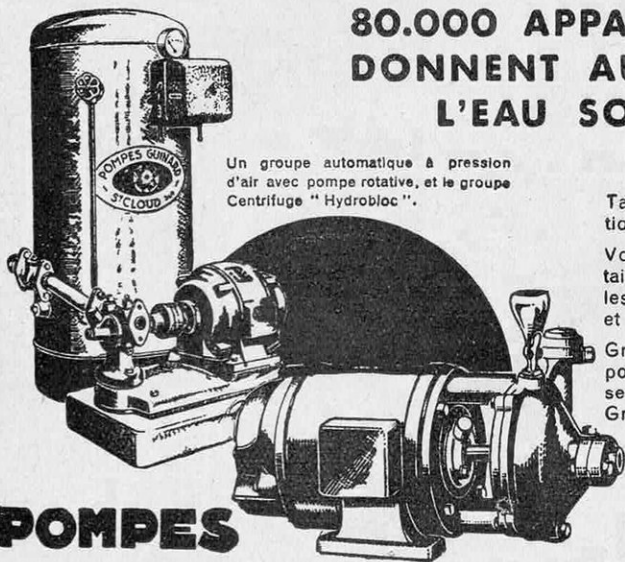
BOUGIES A.C TITAN

88, Boulevard de Lorraine - CLICHY

— Croyez-moi, mon vieux !
La crasse de votre isolant
vous affaiblit : la corrosion
de vos électrodes vous débilite
et leur écartement exagéré
explique pourquoi le moteur
démarré difficilement quand
il est froid. Vous avez fait du
bon travail, mais maintenant
vous êtes épuisé. Je vais vous
remplacer pour les 15.000
kilomètres suivants.



80.000 APPAREILS EN SERVICE DONNENT AUTOMATIQUEMENT L'EAU SOUS PRESSION



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

Tant vaut la pompe, tant vaut l'installa-
tion d'eau sous pression.

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

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

**Demandez les Catalogues
abondamment illustrés**

POMPES GUINARD



Société Anonyme au Capital de 5.250.000 France

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

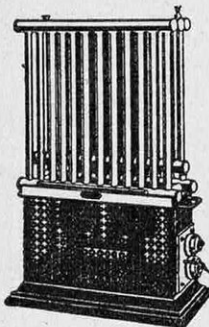
Téléph. : Val-d'Or 08-01, 08-02, 01-19

Pensez à l'hiver qui vient....

et profitez des **PRIX D'ÉTÉ**
en commandant maintenant votre

SORCIER

RADIATEUR chauffant par circulation d'eau chaude, sans tuyauterie, ni canalisation. Fonctionne au pétrole, au gaz et à l'électricité.



**ABSOLUMENT GARANTI
SANS ODEUR ET
SANS DANGER**

Essentiellement transportable et d'entretien nul. Le plus **ÉCONOMIQUE** des appareils de chauffage.

**Les plus hautes
Récompenses**

**Plus de 40.000 Appareils
déjà vendus.**

Catalogue franco en se référant de *La Science et la Vie* Des milliers de lettres de références

L. BRÉGEAUT, Inv. Const.

55, rue Turbigo - PARIS-3^e

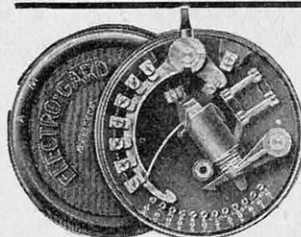
Tél. Arch. 59-00 — Métro : Arts et Métiers

CAMBRIOLAGES INCENDIES

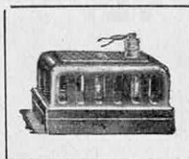
Protégez-vous ! Défendez-vous !

PAR LES APPAREILS DÉTECTEURS

ELECTRO-GARD'



Electro-Gard'-vol ouvert



Electro-Gard' incendie

La SÉCURITÉ à la portée de tous

Demandez la notice de renseignements à

ELECTRO-GARD'

Société à responsabilité limitée au capital de 250.000 fr.

46, rue de Sèze, LYON

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

EXCELSIOR

SEUL QUOTIDIEN ILLUSTRÉ

ABONNEMENTS

PARIS, SEINE, SEINE-ET-OISE ET SEINE-ET-MARNE.....	Trois mois....	20 fr.
	Six mois.....	40 fr.
	Un an.....	76 fr.
DÉPARTEMENTS, COLONIES...	Trois mois....	25 fr.
	Six mois.....	48 fr.
	Un an.....	95 fr.
BELGIQUE.....	Trois mois....	36 fr.
	Six mois.....	70 fr.
	Un an.....	140 fr.
ÉTRANGER.....	Trois mois....	50 fr.
	Six mois.....	100 fr.
	Un an.....	200 fr.

SPÉCIMEN FRANCO sur demande

En s'abonnant 20, rue d'Enghien,
par mandat ou chèque postal
(Compte 5970), demandez la liste et
les spécimens des

PRIMES GRATUITES fort intéressantes

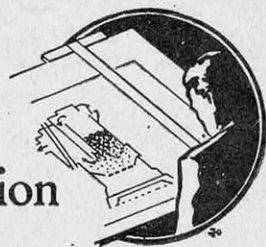
CINEY, le poêle de l'élite, l'élite des poêles

*D'une conception scientifique
totalement nouvelle,*

LE CALORIFÈRE "CINEY"

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

Conception
nouvelle ...



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



FORGES DE

CINEY

GIVET (Ardennes)

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

HUBENS

68, rue des Archives, 68

PARIS (3^e)

*crée et lance la mode du luminaire
artistique !*

L'EXCELLENTE AFFAIRE DU MOIS

N° 68307. **LUSTRE en bronze fondu**
à 3 lumières. Hauteur 0^m55. Diamètre 0^m45.
Verrerie blanche, jaune ou rose, au choix.

PRIX NET :

Décor or mat **155 fr.** Décor nickel
ou argent mat. **170 fr.** chromé véritable.

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

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



N° 68307

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

S. V.

ÉTUDES CHEZ SOI

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

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

L'ÉCOLE UNIVERSELLE

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

LA PLUS IMPORTANTE DU MONDE

L'efficacité des méthodes de l'École Universelle, méthodes qui sont, depuis 26 ans, l'objet de perfectionnements constants, est prouvée par

LES MILLIERS DE SUCCÈS

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

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

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

BROCHURE N° 59.904, 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*, etc.

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

BROCHURE N° 59.908, concernant toutes les *classes complètes* de l'**Enseignement secondaire** officiel jusqu'au *Baccalauréat* inclusivement — concernant, en outre, pour les jeunes gens et les jeunes filles qui ont déjà suivi les cours d'un lycée ou d'un collège, la préparation rapide aux divers *baccalauréats*.

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

BROCHURE N° 59.912, 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° 59.923, concernant la préparation aux concours d'admission dans *toutes les grandes Ecoles spéciales* : Agriculture, Industrie, Travaux Publics, Mines, Commerce, Armée et Marine, Enseignement, Beaux-Arts, Colonies, etc.

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

BROCHURE N° 59.928, 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° 59.935, 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° 59.945, 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° 59.949, 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° 59.954, 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° 59.960, concernant la préparation aux métiers de la Couture, de la Coupe, de la Mode et de la Chemiserie : Petite-Main, Seconde-main, Première-main, Couturière, Vendeuse, Vendeuse-retoucheuse, Modéliste, Modiste, Coupeuse, Lingère, Coupeur-Chemisier, Coupe pour hommes, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs officiels et par des Spécialistes hautement réputés.)

BROCHURE N° 59.966, concernant la préparation aux carrières du Cinéma : Carrières artistiques, techniques et administratives.
(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 59.972, concernant la préparation aux carrières du Journalisme : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 59.975, 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° 59.984, concernant l'étude des Langues étrangères : Anglais, Espagnol, Italien, Allemand, Portugais, Arabe, Esperanto. — Tourisme (Interprète).
(Enseignement donné par des Professeurs ayant longuement séjourné dans les pays dont ils enseignent la langue.)

BROCHURE N° 59.991, concernant l'enseignement de tous les Arts du dessin : Cours universel de dessin, Dessin usuel, Illustration, Caricature, Décoration, Aquarelle, Peinture à l'huile, Pastel, Fusain, Gravure, Décoration publicitaire — concernant également la préparation à tous les Métiers d'art et aux divers Professorats de Dessin, Composition décorative, Peinture, etc.
(Enseignement donné par des Artistes réputés, Lauréats des Salons officiels, Professeurs diplômés, etc.)

BROCHURE N° 59.995, 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° 59.999, concernant la préparation à toutes les carrières coloniales : Administration, Commerce, Industrie, Agriculture.
(Enseignement donné par des Fonctionnaires supérieurs des Grandes Administrations, Techniciens spécialistes des questions coloniales, Ingénieurs d'Agronomie coloniale.)

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

L'ÉCOLE UNIVERSELLE

59, boulevard Exelmans, PARIS (16^e)

DEFENSE DE FUMER SANS LE FUME-CIGARETTES **MAGE**

PARCE QUE :

Le progrès ne se discute pas : il se constate. Le Fume-Cigarettes **MAGE** est au Fume-Cigarettes ordinaire ce que le stylo est à la plume d'oie, le rasoir mécanique au rasoir ordinaire. Le Fume-Cigarettes **MAGE** se nettoie automatiquement. **MAGE** ne se bouche jamais. **MAGE** est toujours propre. Avec **MAGE**, pas de risque d'intoxication, vous fumez agréablement. — Avec **MAGE**, vous appréciez au maximum l'arôme du tabac. — **MAGE** est un progrès réel et indiscutable.

GRATUITEMENT : chez DUNHILL, rue de la Paix ; chez LANCELOT, boul. des Italiens et place de l'Opéra ; dans toutes les bonnes spécialités d'articles fumeurs ; dans tous les Grands Magasins. — Il vous sera démontré que **MAGE** est indispensable au fumeur soucieux de son hygiène.

GRATUITEMENT ! Vous constaterez l'intérêt certain de cette invention. Alors vous comprendrez la raison du succès de **MAGE**.

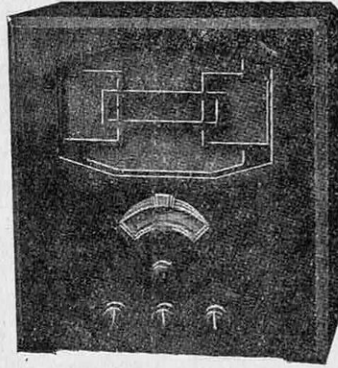
LE FUME-CIGARETTES **MAGE**

Vente en Gros : 30, RUE DES PETITES-ÉCURIES, PARIS

PUBL. C. BLOCH

Le Parlement se préoccupe, à juste titre, de la multiplication des « Offices » (plus ou moins récemment créés, depuis 1918) qui, suivant l'opinion autorisée du Président de la Commission des Finances du Sénat, contribuent lourdement à déséquilibrer le budget de la France. N'y a-t-il pas lieu de rechercher, à cette occasion, quels sont les résultats obtenus, notamment par l'Office National du Tourisme, l'Office Technique des Pêches Maritimes, l'Office des Recherches Scientifiques et Industrielles et Inventions? Quels services ce dernier, institué depuis dix ans déjà, a-t-il rendus à la Science et à l'Industrie? Voilà un bilan qu'il sera intéressant d'établir en tenant compte des dépenses engagées, des travaux du personnel appointé, des progrès réalisés, grâce à cet Office National, dans les différentes branches des sciences appliquées.

UNION-RADIO RÉCEPTEUR



TYPE C 4

Prix imposé, prêt à fonctionner : 1.475 fr.

TYPES C 44, avec la nouvelle lampe américaine 58
Présentation de luxe. Prix imposé : 1.680 fr.

TYPE S 7, superhétérodyne 7 lampes
ENSEMBLE RADIO-PHONO

Notices gratuites sur demande à

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

Démonstrations : **RADION, 61, r. du faub.-Poissonnière, PARIS**
Téléphone : TAITBOUT 42-53

Pour le maximum de puissance de votre moteur
Voici les meilleurs atouts

**SEGMENTS
H. GRENIER**

Médaille d'or Exposition Coloniale Paris 1931

Vincent PRIOTTI

17, rue Carnot, LEVALLOIS. Tél. : Pereire 13-14, 20-13

4.000.000 de segments répartis en 11.000 dimensions

R. C. 405.132

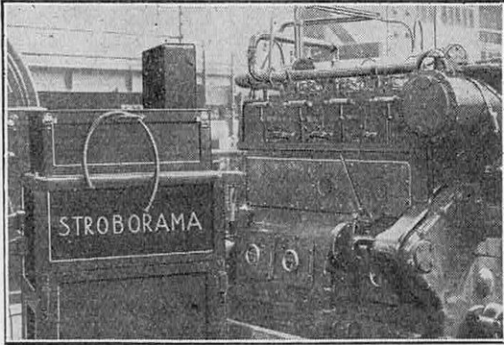
La Science et la Vie est le seul magazine de vulgarisation scientifique et industrielle

Recherches Mécaniques et Physiques

(BREVETS SEGUIN FRÈRES)

40, Rue de l'Echiquier, PARIS

Appareils stroboscopiques
STROBORAMA
à grande puissance

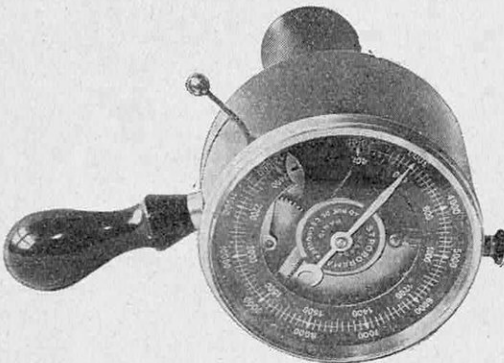


STROBORAMA TYPE A

PHOTOGRAPHIE et
CINÉMATOGRAPHIE
au millionième de seconde

Télétachymètres Stroborama

POUR MESURE ET CONTROLE
des vitesses à distance et sans contact



STROBOMET A COMMANDE MÉCANIQUE

Etudes stroboscopiques

RÉGULATEURS

pour moteurs électriques

RÉGULATEURS SÉPARÉS
et **MOTEURS** à régulateur



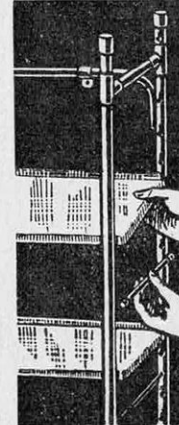
BIBLIOTHÈQUE
CLASSEMENT
ARCHIVES



GARAGES
QUINCAILLERIE
DROGUERIES



LABORATOIRES
PHARMACIES
CUISINES, ETC



Un rayonnage
pliant, pratique
économique
pour tous usages

Entièrement métallique

Ossature en tube d'acier. - Tablettes mobiles en tôle renforcée, réglables tous les 5 c/m instantanément. - Mise en service en quelques minutes sans outillage. - Peinture vernissée vert olive. - Tringle pour rideaux sur demande.

24 MODÈLES

3 hauteurs - 2 largeurs - 4 profondeurs

N°	Larg.	Prof.	Haut.	Nombre tablet.	Prix
132	m.	m/m	m.		fr.
135	0.95	135	2.00	8	238
138	"	"	1.50	6	190
138	"	"	1.00	4	144
182	"	180	2.00	8	264
185	"	"	1.50	6	211
188	"	"	1.00	4	159
282	"	280	2.00	6	255
285	"	"	1.50	5	217
288	"	"	1.00	4	178
352	"	350	2.00	5	251
355	"	"	1.50	4	208
358	"	"	1.00	3	166
142	0.65	135	2.00	8	225
145	"	"	1.50	6	181
148	"	"	1.00	4	137
192	"	180	2.00	8	245
195	"	"	1.50	6	196
198	"	"	1.00	4	148
292	"	280	2.00	6	237
295	"	"	1.50	5	202
298	"	"	1.00	4	165
362	"	350	2.00	5	233
365	"	"	1.50	4	193
368	"	"	1.00	3	154

Supplément
tringles à rideaux : 12 francs

Envoi franco gare port et emballage
France Cont^{le} contre versement au
compte Chèques Postaux PARIS 626-47

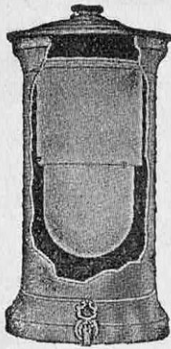
Pour installations plus importantes
demander le questionnaire S. V. 33
et pour tous renseignements écrire:

LERAT

Construction brevetée
en tubes d'acier

23, rue des Archives
PARIS (IV^e)

Téléphone : ARCHIVES 32-08



Protégez-vous des Epidémies

FILTRE PASTEURISATEUR

MALLIÉ

Premier Prix Montyon
Académie des Sciences

PORCELAINE D'AMIANTE - FILTRES DE MÉNAGE

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

PUBL.-FLGY

Une statistique récente nous apprend que le nombre d'étrangers pénétrant en France a baissé, en quatre ans, de 50 0/0 (de 1929 à 1932). Il est passé de 1.911.107 à 944.538. En Italie, en Suisse, en Allemagne, en Espagne, le mouvement inverse se produisait par une augmentation notable des touristes visitant ces pays. Ceci tendrait à démontrer qu'en dépit des réductions des dépenses des visiteurs étrangers le trafic se détourne de nous au profit de nos concurrents européens, qui intensifient leur propagande. C'est à ce résultat qu'a abouti la création de l'Office National du Tourisme qui, véritablement, manque non seulement de moyens, mais de compétences. Jugez de l'incidence de ce bilan sur notre balance commerciale... et l'équilibre de nos budgets !

**UNE
RÉVOLUTION
TARIFAIRE...**



PLUS
DE TAXES
COMPLIQUÉES.
UN PRIX DE
LOCATION DES WAGONS
AVEC FACILITE DE
CHARGER N'IMPORTE
QUELLES MARCHANDISES.
UN PRIX DE TRANSPORT
AU KILOMETRE SUR LE RAIL COMME
SUR LA ROUTE.

RENSEIGNEMENTS DANS LES GARES DU

RÉSEAU DE L'ÉTAT

Nouvelle Loupe binoculaire réglable

à écartement pupillaire variable

(Brevetée France et Etranger)

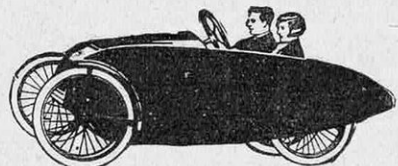


L. BERLAND

Opticien-Const^t
ÉTRÉCHY
(Seine-et-Oise)
Chèques post.
527.87 Paris

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

UN VÉLO-VOITURE

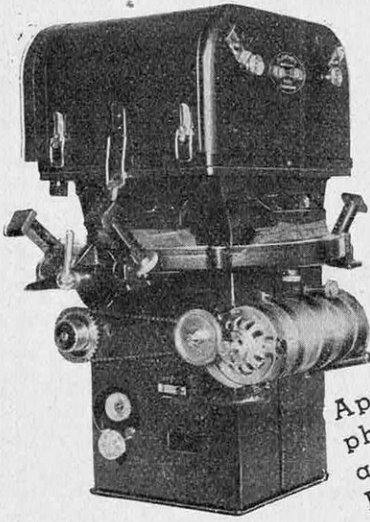


LE VÉLOCAR

Plus rapide et plus confortable qu'une bicyclette
2 PERSONNES, 3 VITESSES

Demandez notice détaillée (Envoyez timbre pour réponse)

MOCHET, 68, Rue Roque-de-Fillol, PUTEAUX (Seine)



Appareil de
photographie
aérienne
PLANIPHOTE
des E^s Jules Richard
équipé avec un
moteur **ERA**

ce petit
moteur

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

MOTEURS

ERA

E^s E. RAGONOT
15, Rue de Milan - PARIS
Tél. Trinité 17-60 et la suite



Pub. R. L. Dupuy

NOUS VOUS OFFRONS GRATUITEMENT CE LIVRE



Vous y trouverez le moyen
de réussir en tout, vain-
cre, retirer de la vie le
plus d'avantages pos-
sible.

Sans rien changer à vos oc-
cupations habituelles, vous
parviendrez à développer
votre volonté, votre mé-
moire, vous corrigerez
vos mauvaises habi-
tudes et vous pourrez
acquérir le pouvoir ma-
gnétique qui vous per-
mettra d'imposer votre
volonté, même à distance,
quels que soient votre con-
dition sociale, votre âge ou
votre sexe.



Remplissez lisiblement le
bon ci-dessous et adressez-
le à **L'Institut Oriental
de Psychologie** (Département
826), 36 ter, rue de
La Tour-d'Auvergne, à
PARIS, en ajoutant, si vous
le voulez bien, 3 francs en
timbres français, pour frais
de correspondance et de

port, ou 3 francs en coupons-réponses inter-
nationaux, pour les Colonies et l'Etranger.

A DÉCOUPER

826

Veuillez m'expédier gratuitement et sans
engagement de ma part, votre ouvrage :
Développement des facultés mentales.

Nom..... Prénom.....

Rue..... N°.....

à..... Départ.....

Indiquer si vous êtes Madame, Mademoiselle ou Monsieur

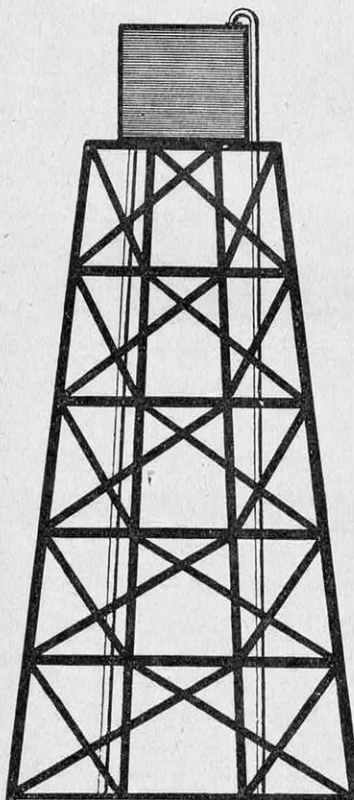
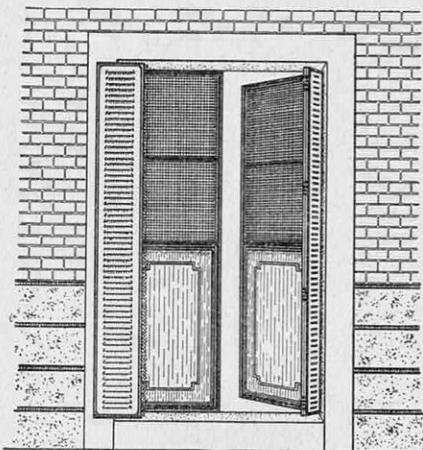
Le progrès matériel est basé sur l'abais-
sement continu du coût de production (division
du travail) et sur la valorisation progressive
du travail humain (mécanisation). Cette valo-
risation implique une défense dans l'espace
contre l'inégalité géographique et dans le temps
contre les différences d'évolution des races
humaines. De là est né le « protectionnisme »,
excellent régulateur en principe, mais que
fausse soit la surproduction (inflation de cré-
dits), soit la sous-consommation (thésaurisation).

Portes et Fenêtres métalliques...

Nous voudrions pouvoir vous dire, chers lecteurs, que nous fabriquons en série quelques milliers de modèles de portes et fenêtres métalliques et que nous pourrions vous expédier à lettre lue toutes les portes, fenêtres, croisées et persiennes pour embellir vos maisons et pavillons. Hélas ! nous n'y sommes pas encore !

Pourtant, de temps à autre, nous sommes privilégiés d'exécuter un lot de portes assez intéressantes au point de vue originalité de travail. Telle est la porte à deux battants dont nous vous soumettons, chers lecteurs, le dessin ci-contre. Chaque battant a 240 cm. x 70 cm., la moitié inférieure étant garnie de tôle plane et celle du haut de **toile moustiquaire**. En plus, la moitié supérieure est munie de volets métalliques dégonflables que l'on met en place pendant les tempêtes de sables, — car les portes sont pour le palais du gouverneur de Fort-Archambault, au Congo français, une région assez donnée au sirocco.

Comme l'indique assez bien notre dessin, les portes s'ouvrent en dedans. Elles sont complétées de persiennes métalliques s'ouvrant en dehors, l'ensemble se montant sur des huisseries métalliques munies de pattes de scellement. Le travail est assez sorcier et demande de la précision. Le coût d'un tel groupe de portes et persiennes peut très bien être de 600 à 1.000 francs par unité, selon la quantité à faire et les échantillons que le travail nécessite. Nous n'avons pas de catalogues de ce genre de travail, mais vous nous feriez plaisir tout de même en nous consultant pour la fabrication de tous genres de portes et fenêtres métalliques qui vous sont nécessaires. Nous pourrions peut-être vous rendre des services.



... et Réservoirs démontables

Une autre branche de la construction métallique où nous avons fait des progrès depuis quelques ans est celle de la fabrication de réservoirs de 1.000 à 8.000 litres de contenance.

Destinés d'abord aux Colonies, à cause des difficultés de transport que présente un réservoir tout monté, les plaques standardisées dont sont formés nos réservoirs sont fort goûtées de nos honorables clients, non seulement aux Colonies, mais, également, en France. Chaque réservoir est expédié complet avec toute la boulonnerie, rondelles en fer, plombs et fibre, ainsi que tout le matériel jointif.

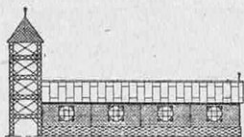
Le montage de ces réservoirs ne présente aucune difficulté. Avec une petite clef à molette, l'assemblage se fait bien et rapidement. On les met très souvent en haut d'un pylône métallique muni de traverses pour soutenir le poids du réservoir plein. Pensez à la commodité de pouvoir faire l'assemblage en haut du pylône, en y montant les pièces une à une, au lieu de se trouver en face de la tâche difficile et presque surhumaine de hisser jusqu'en haut de votre pylône un réservoir déjà assemblé par terre. Notre manière d'envisager votre problème réduit le travail à faire sur place à celui d'un patron et d'un seul manoeuvre — un avantage très apprécié par ceux qui dépendent assez souvent d'un personnel à toutes mains, aidé d'un outillage simple.

Nous vous invitons, chers lecteurs, à nous écrire au sujet de vos besoins. Nos réservoirs peuvent s'employer pour une grande variété de marchandises. La semaine dernière, nous en faisons un de 15 mètres cubes pour le propriétaire d'un haras qui l'emploiera pour mettre son avoine à l'abri des dégâts causés par les rats. Vous nous ferez plaisir en nous écrivant au sujet de votre problème spécial.

Etablissements JOHN REID, Ingénieurs-Constructeurs

Constructions métalliques pratiques pour toutes les branches de la Culture et de l'Industrie
Aux Ateliers de la Couronne, 6 bis, PETIT-QUEVILLY-LÈS-ROUEN (Seine-Inf.)

...et encore un bâtiment en Corse



Chapelle pour M. Le Blanc-Morinière, de Fort-de-France, Martinique (la troisième que nous lui envoyons).

Ajaccio, 16 juin.

Aux Etablissements JOHN REID,

Les matériaux destinés à mon pavillon sont enfin arrivés à quai. J'en ai pris livraison et les voilà montés sur place. La clarté de vos explications a fait plaisir à celui qui a bâti.

Merci de votre travail qui me satisfait pleinement. Compliments ; cet envoi vous fera réclamer. Merci et félicitations.

G. ROUFFET, 3, place Diamond, Ajaccio.

La lettre que nous nous permettons de reproduire ci-dessus, et qui nous est adressée par **M. Rouffet**, fait réellement trop d'honneur au travail que nous avons eu le grand privilège de lui envoyer.

Cependant, **M. Rouffet** ne dit que ce que disent bien d'autres propriétaires et industriels dans tous les coins du monde. Ils sont **satisfaits** de l'usinage et de la livraison

de leurs constructions. Ils sont **contents** de nous confier du travail, parce qu'ils savent que notre **promesse** de bien les servir est un **engagement d'honneur**, que nous nous efforcerons de respecter **intégralement**.

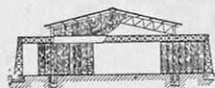


Escalier métallique.

La reconnaissance de nos très aimables clients nous est très précieuse. Toutefois, si on réfléchit bien, ce sont nous-mêmes qui devrions être reconnaissants envers ceux qui nous confient du travail. Après tout, ce sont nos clients qui paient les harengs-saurs de nos ouvriers et les tartines de leurs nom-

breux gosses. Les bâtiments et diverses constructions métalliques que nous fabriquons journellement ne sont que les remerciements réitérés de tous nos employés, qui rendent ainsi hommage à ceux qui font marcher leur usine.

En effet, depuis les années que nous travaillons, nous en avons fait des constructions métalliques. Jamais autant que nous voudrions, mais tout de même une quantité et une variété dont une petite usine de province comme la nôtre n'a pas besoin d'avoir honte. Un de ces jours, nous nous mettrons à cataloguer toutes les branches de notre travail ; mais, pour cela, il faudrait pouvoir s'en aller à la montagne pendant



Hangar à avion.

assez longtemps — dans un petit coin des Vosges, par exemple — afin de rédiger et mettre au propre toutes les centaines de notices imprimées qui détaillent nos diverses constructions. En attendant ces « vacances rêvées » et vivement souhaitées, il nous est toujours possible de grouper notre travail, afin de pouvoir maintenir un bon courant de progrès dans toutes les

branches de la construction métallique.

Consultez-nous donc, chers lecteurs, pour vos prochains besoins. La crise est finie maintenant, et la baisse est enrayée partout ; mais nos prix sont toujours abordables et ne font peur qu'aux acheteurs de camelote et cacahuètes. Nous attendrons le plaisir de vous lire.



Hangar de la Série 39 (53 modèles distincts).



Élévateur de sacs. Installation primitive coloniale, sans aucune pièce cassante, gerbant jusqu'à 6 mètres de hauteur.



Pavillon à étage pour l'Afrique Occidentale.

Etablissements JOHN REID, Ingénieurs-Constructeurs

Bâtiments métalliques pour tous les besoins de la France et des pays au delà des mers
Aux Ateliers de la Couronne, 6 bis, PETIT-QUEVILLY-LÈS-ROUEN (Seine-Inf.)

MÉDAILLE D'OR

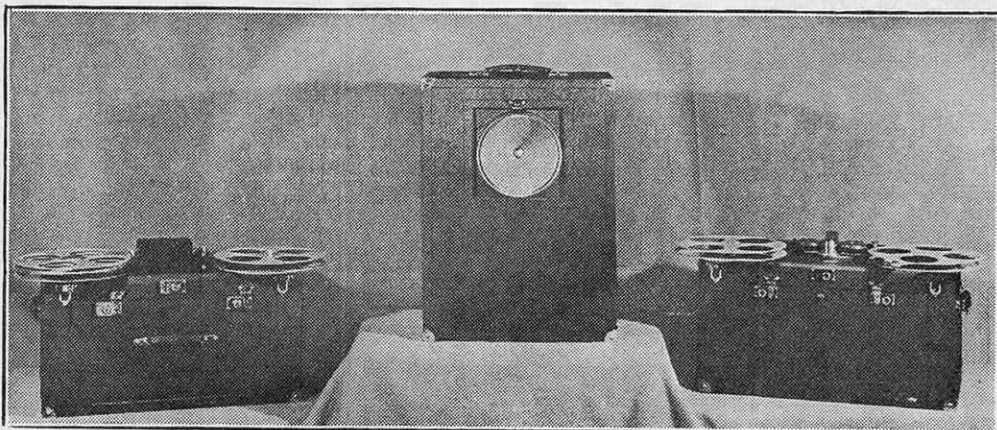
LE RUBAN SONORE

SALON DE LA MUSIQUE

Une révolution

dans la Technique Electro-acoustique

PLUS DE DISQUE ◦ PLUS D'AIGUILLE
REPRODUCTION SANS BRUIT DE FOND
ENREGISTREMENT & REPRODUCTION INSTANTANÉS
SIX HEURES D'AUDITION SANS ARRÊT



LE RUBAN SONORE présente dans ses studios ses NOUVEAUX APPAREILS :

Machine d'enregistrement
Combiné enregistrement reproduction Gramofilm
Gramofilm combiné, T. S. F., Phono

APPAREILS DE PROJECTION SONORE
16^{M/M} ◦ 17,5^{M/M} ◦ 35^{M/M}

LE RUBAN SONORE

USINES ET STUDIOS
 73, rue Chardon-Lagache
 PARIS-16^e

TÉLÉPHONE
 Jasmin 20-36

ADMINISTRATION
 11, rue de Musset, 11
 PARIS-16^e

Pour s'imposer, l'autorail exige deux qualités : légèreté, puissance.
Comment on a résolu, actuellement, dans les différents pays, le problème de l'autorail qui doit devenir l'auxiliaire de l'exploitation ferroviaire. Il reste encore beaucoup à faire dans ce domaine..

E. de Geoffroy 179

Voici deux nouveaux procédés pour désintégrer les atomes.
Les savants américains et allemands utilisent des tensions de 10 millions de volts pour réaliser la transmutation de la matière, rêve des anciens alchimistes, espoir des physiciens modernes..

L. Houlevigue 190

Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

C'est grâce au bassin des carènes que les navires ont accru leur vitesse et amélioré leur tenue à la mer.

Courants, vagues, tempêtes artificielles sont produits dans les bassins des carènes où l'on peut ainsi étudier scientifiquement, sur des maquettes, les formes des navires et des hélices en vue de leur meilleur rendement. L'expérimentation se substitue de plus en plus à l'empirisme..

Jean Bodet 195

Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

La marine japonaise et la maîtrise du Pacifique.

Le Japon réclame aujourd'hui la parité navale avec la flotte américaine. Grâce à sa situation géographique privilégiée, il deviendrait ainsi le maître de l'Océan Pacifique. Facteur décisif dont on doit préciser les réactions sur l'équilibre du monde..

L. Laboureur 205

Capitaine de corvette (R.).

Voici le manographe photocathodique : il rend apparent le fonctionnement interne des moteurs.

En traçant automatiquement et avec précision le diagramme de travail d'un moteur, cet ingénieux appareil facilite les recherches de laboratoire en vue de l'amélioration du rendement. Le rendement sans cesse accru, tel est l'objectif constant de tout constructeur ..

Jean Labadié 211

Les correspondances pneumatiques à Paris accélérées par la « radio ».
L'aiguillage automatique des « cartouches » contenant les pneumatiques permet de diminuer de 75 % la durée de leur transmission. Voici comment la radioélectricité a résolu ce problème..

Jean Marchand 219

Ingénieur I. E. G.

La lampe de T. S. F. sans filament sera-t-elle bientôt dans le commerce ?

Etudiée en Amérique, cette lampe, qui utilise le phénomène de la luminescence, doit permettre la simplification des récepteurs de T. S. F. Est-ce un progrès dont la technique bénéficiera bientôt ?..

P. Hémardinquer 224

Le rendement d'un moteur dépend de la compression : voici les « supercarburants » qui l'améliorent; le rôle du « nombre d'octane ».

Pour éviter la « détonation », conséquence funeste de l'accroissement de la compression, on utilise de plus en plus des carburants spéciaux dont les propriétés sont nettement définies par un coefficient appelé « nombre d'octane »..

H. Tinard 229

Comment on produit la foudre artificielle au laboratoire industriel.

La tension de 3 millions de volts réalisée au laboratoire Ampère, près de Paris, récemment inauguré, permet d'étudier les effets de la foudre sur les lignes de transport d'énergie. Les hauts voltages dominent l'électrotechnique moderne..

Charles Brachet 237

Dans l'histoire des ailes, l'aviation de groupe marque une étape décisive.

Le magnifique exploit de l'escadre aérienne du général Balbo a démontré toutes les possibilités des hydravions lourds et de la manœuvre groupée. L'effort sportif isolé fait place à l'effort collectif et dirigé ..

José Le Boucher 245

Voici la nouvelle station de T. S. F. de Luxembourg, l'une des plus puissantes d'Europe.

Avec ses 150 kw-antenne, cette station est parfaitement entendue de toute l'Europe et de l'Afrique du Nord..

Jacques Maurel 254

Un nouveau phonographe à film..

P. Dahan 258

Les « A côté » de la science ..

V. Rubor 261

Pour l'exploitation des lignes secondaires des grands réseaux et des réseaux départementaux qui, comme on le sait, grève lourdement le budget des Compagnies et de la Nation, on a étudié, tant en France qu'à l'étranger, de nombreux modèles d'autorails. Certains de ces engins assurent également des services rapides de luxe (Paris-Deauville, par exemple), mais ce n'est pas là le but à atteindre. La couverture de ce numéro représente l'un des autorails du réseau de l'Etat dont l'horaire est annoncé à l'indicateur officiel. Quelques défaillances attribuables au graissage de ces véhicules, ayant atteint 170 kilomètres à l'heure, sont encore à éviter pour que le service devienne normal. Toute nouveauté exige le contrôle du temps et la sanction de l'expérience pour éviter les mécomptes dans l'exploitation. (Voir article page 179.)

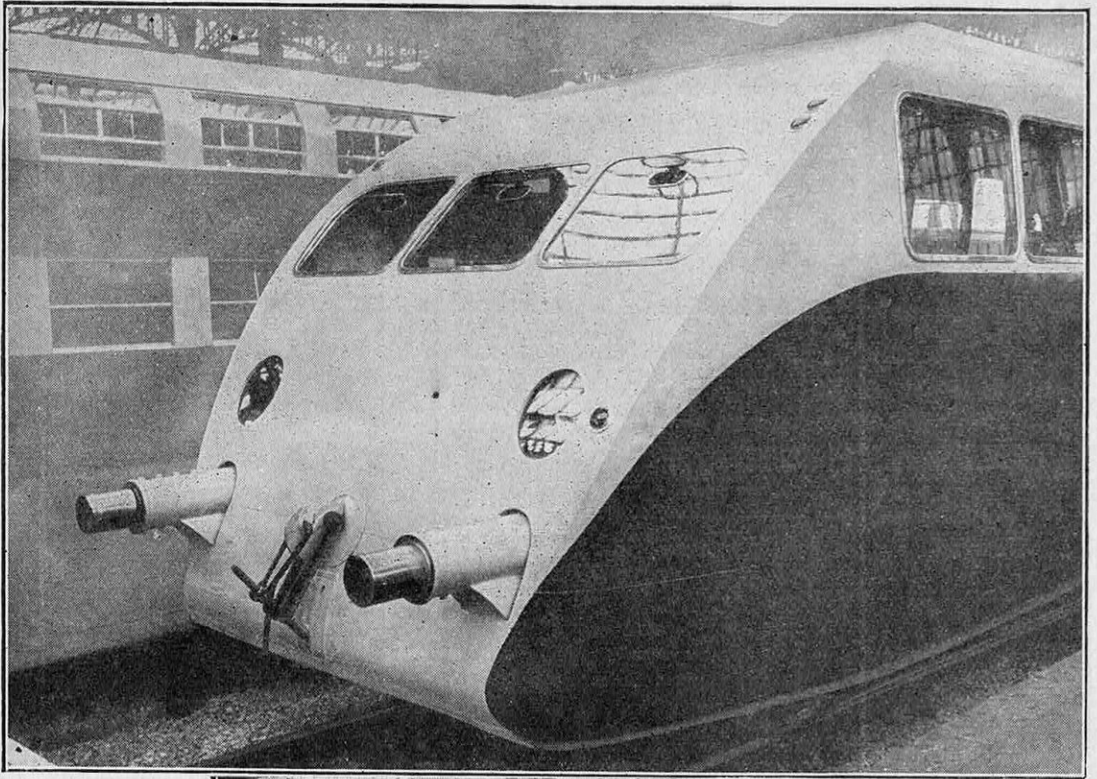
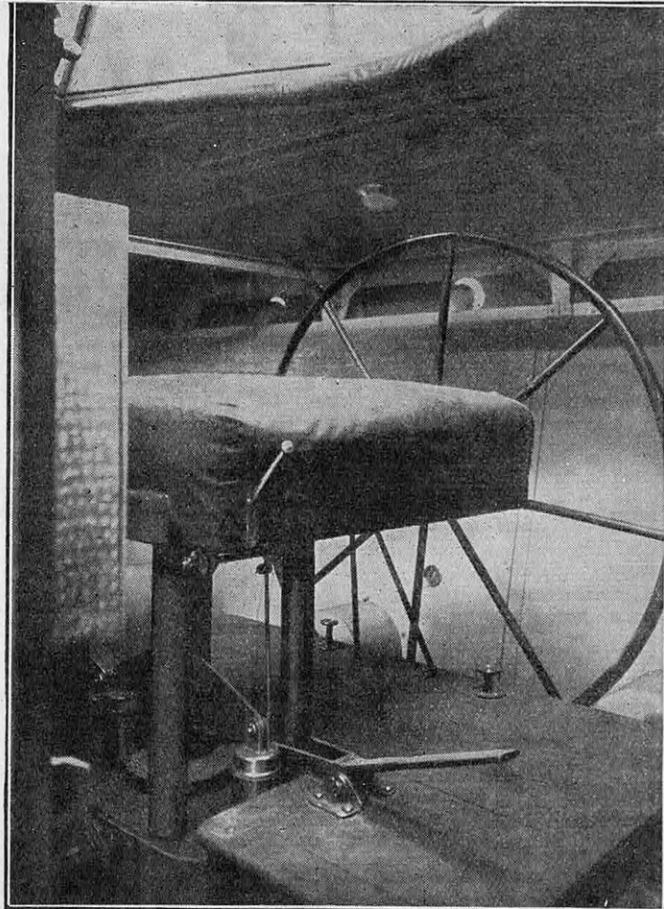


FIG. 1 ET 2. —
VUE AVANT DE
L'AUTORAIL
« BUGATTI »,
76 PLACES,
2 BOGIES,
16 ROUES ÉLAS-
TIQUES ET DIS-
POSITIF DE
COMMANDE DES
FREINS

Autorail extrêmement original à caisse profilée, à un seul poste de conduite, pesant 23 tonnes à vide et 29 tonnes avec ses 52 voyageurs assis et ses 24 debout. La puissance de 800 ch est réalisée par quatre moteurs de 200 ch fonctionnant à l'alcool-benzol et permet de mouvoir le véhicule à la vitesse de 200 kilomètres à l'heure. Poids mort par voyageur :



300 kilogrammes. Le freinage de l'autorail Bugatti ne se fait pas par air comprimé, comme dans tous les véhicules de la voie ferrée. La commande des freins est mécanique, par câble, et se fait à l'aide de ce grand volant vertical qu'on aperçoit sur l'image à gauche du siège du conducteur. Affecté à la ligne Paris-Deauville, l'autorail Bugatti, qui détient le record du monde de vitesse sur rails (173 kilomètres à l'heure réalisés sur la ligne du Mans), pourrait remorquer un wagon semblable sans force motrice et pouvant transporter 80 ou 100 passagers.

LA SCIENCE ET LA VIE

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

Rédigé et illustré pour être compris de tous

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

(Chèques postaux : N° 91-07 - Paris)

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

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

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

Tome XLIV

Septembre 1933

Numéro 195

POUR S'IMPOSER, L'AUTORAIL EXIGE DEUX QUALITÉS : LÉGÈRETÉ, PUISSANCE

Par E. de GEOFFROY

La concurrence entre la route et le rail revêt, chaque jour, un caractère plus aigu. Elle doit cependant se limiter entre la zone des petites distances et des transports locaux — favorable à l'auto — et celle des grands itinéraires et des transports massifs — favorable au chemin de fer. Le domaine où l'autorail peut soutenir la lutte avec succès paraît donc se cantonner aux lignes secondaires des grands réseaux et aux réseaux départementaux. Quoiqu'il en soit, le nombre d'autorails en circulation ou en essais dans le monde prouve que le problème de l'automobile sur voie ferrée est aujourd'hui résolu. Ce problème consiste, d'une façon générale, à concevoir un engin qui, tout en conservant les avantages du rail (roulement facile), y ajoute ceux de la route (grande adhérence). La première condition semble donc exclure l'usage des pneumatiques, pour des raisons que nous développerons plus loin. Les roues élastiques et les roues amorties procurent aujourd'hui suffisamment la souplesse désirable. Quand à la seconde, c'est la concentration dans un même véhicule de la puissance motrice et de la charge transportée qui peut y satisfaire, en augmentant le poids adhérent. Mais l'autorail doit aussi s'alléger le plus possible afin de présenter des accélérations rapides. Cet allègement doit, en outre, être complété par une réserve de puissance suffisante pour réaliser des vitesses moyennes élevées malgré les arrêts et les rampes. Enfin, l'étude de la « finesse » aérodynamique présente également une importance considérable aux allures rapides en vue de diminuer la résistance à l'avancement. Si l'autorail réalise pratiquement sécurité, régularité, rapidité, confort, il deviendra prochainement l'auxiliaire de l'exploitation ferroviaire qui, actuellement, répond si mal à nos besoins.

La concurrence de la route et du rail

Si, pour les grands parcours et les lourdes charges, la route ne peut, évidemment, pas concurrencer le rail, au contraire, pour les petit parcours, en « toile d'araignée » autour des points desservis par la voie ferrée, pour les transports locaux et les charges de détail, le rail doit s'effacer devant la route dont le réseau couvre le pays de mailles bien serrées.

C'est donc entre la zone des petites distances et des transports locaux — champ d'action de l'auto — et celle des grandes distances linéaires et des transports massifs — champ d'action du train — que se délimite

le domaine de la concurrence route-rail : lignes secondaires de grands réseaux, lignes de réseaux départementaux.

C'est là que le rail, hypertrophié par le plan Freycinet depuis 1880, doit vaincre la route à l'aide d'engins nouveaux. Sinon, il lui faut disparaître.

Or, le rail, c'est le « roulement sur dur », donc le roulement aux moindres frais de combustible et avec une charge par essieu maximum. Mais la route, c'est le « roulement sur rugueux », donc avec le maximum d'adhérence et, par suite, avec les démarrages et les arrêts les plus rapides.

Le problème consiste alors à concevoir un engin qui, tout en conservant les avan-

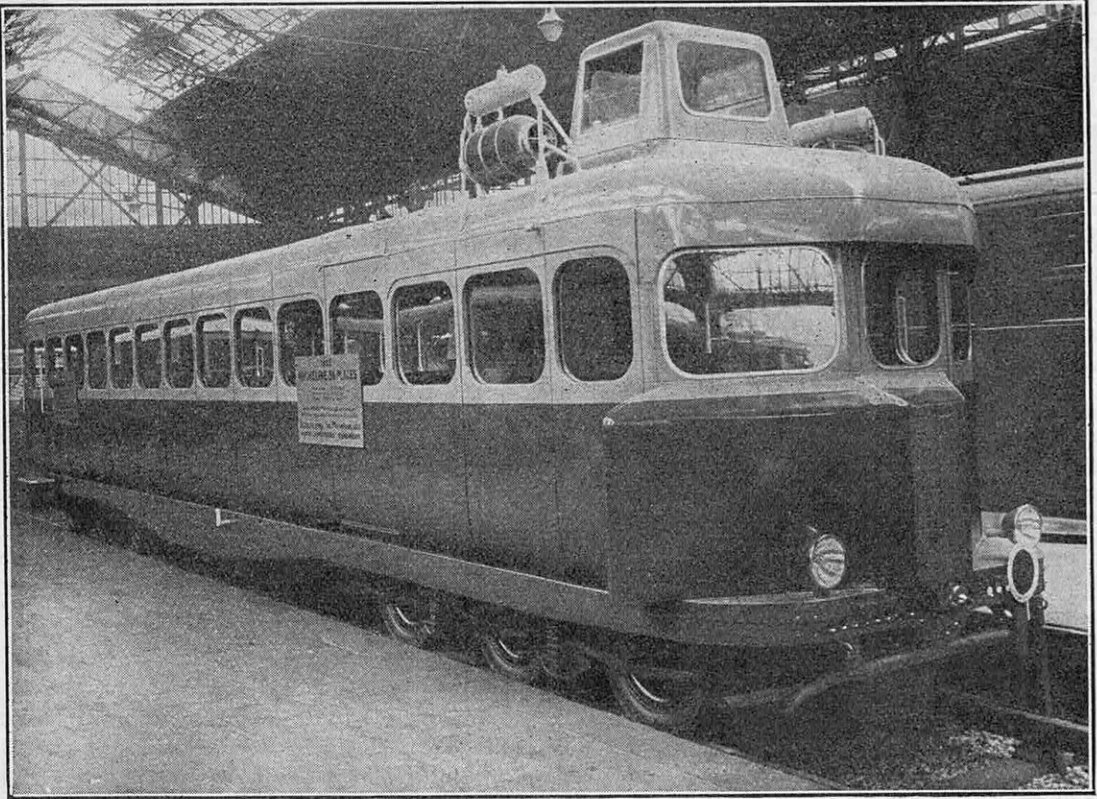


FIG. 3. — LA « MICHELINE » RÉVERSIBLE, 36 PLACES, A 12 ROUES « PNEURAIL »

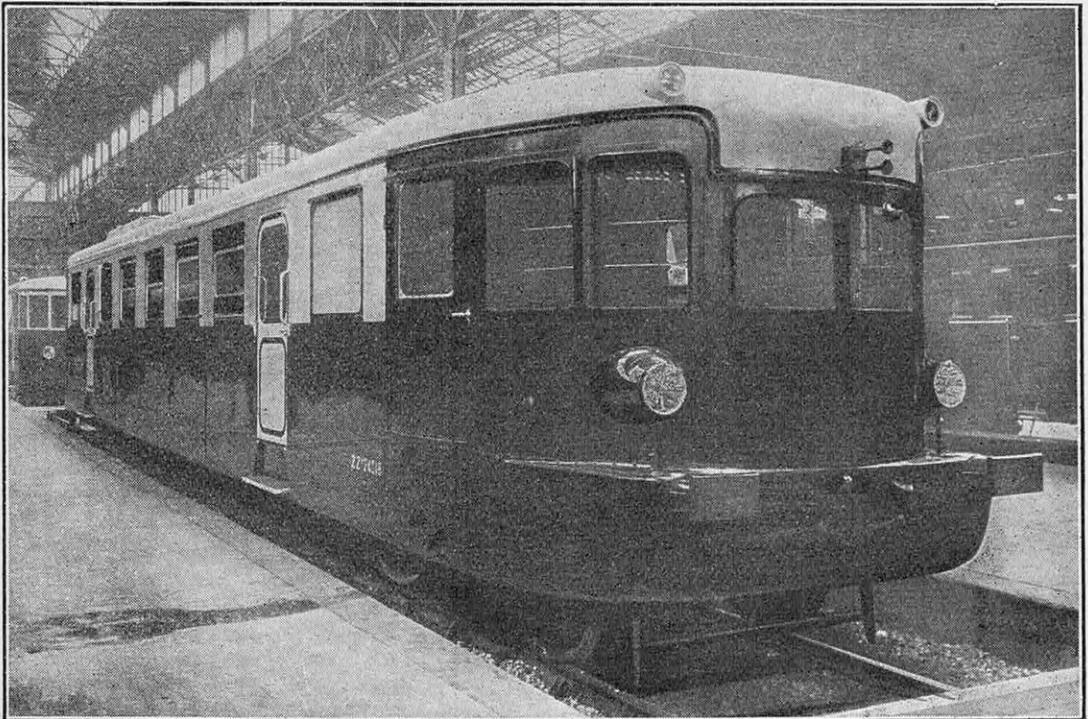


FIG. 4. — L'AUTORAIL « RENAULT », 56 PLACES, QUI A RELIÉ PARIS A DRAUVILLE EN 2 H 5 MINUTES

tages du rail (roulement facile) y ajoute ceux de la route (grande adhérence). Nous allons voir comment il a été résolu.

L'adhérence peut être partiellement rendue au rail en utilisant un véhicule à la fois moteur et porteur de charge utile

L'adhérence, c'est la résistance qu'oppose au mouvement un véhicule quelconque dont les roues sont bloquées. C'est donc le produit du coefficient de frottement de ces roues contre la surface de roulement — c'est-à-dire du coefficient d'adhérence — par le poids total réparti sur ces mêmes roues, poids mort (ou à vide) augmenté du poids vif (ou utile) qu'il renferme.

Lors des ralentissements en marche ou des arrêts, ce poids total, qui augmente l'adhérence et facilite le ralentissement, augmente également l'inertie du véhicule pour retarder ce ralentissement. En définitive, les deux effets de poids se compensant, seul subsiste le coefficient d'adhérence.

Sur la route, le coefficient est considérable à cause de la rugosité et de la déformabilité de la chaussée. Les ralentissements et les arrêts y sont donc excessivement rapides quand le freinage est énergique.

Mais pour le rail, le coefficient n'est que de 1/5 quand il est sec, de 1/7 quand il est mouillé, de 1/10 par brouillard ou dans les tunnels humides. Seule, une projection de sable le relève à 1/3.

Aussi l'interposition d'un pneumatique entre la roue et le rail (comme dans la Michelin) peut-elle accroître considérablement l'adhérence du véhicule, puisque le coefficient de frottement du caoutchouc sur l'acier est à peu près le triple de celui de l'acier sur l'acier. Mais c'est aux avantages du « roulement sur dur » substituer les inconvénients du « roulement sur mou ». La déformabilité du pneumatique sous le poids qui l'applique contre le rail se traduit, en effet, par une plus grande dépense de combustible et une plus grande usure, le travail de déformation s'accompagnant d'un certain échauffement du pneu, signe d'une perte de puissance et d'une fatigue corrélative de la matière. D'autre part, la solution du freinage par patin électromagnétique apportée au roulement « sur dur » les avantages du roulement « sur mou » pour la rapidité des arrêts.

Considérons maintenant le cas du démarrage, phénomène plus compliqué que celui de l'arrêt.

En effet, ce phénomène comprend deux périodes, celle du patinage proprement dit et celle où le patinage a cessé, c'est-à-dire

où la vitesse du véhicule a dépassé l'allure qui correspond à l'équilibre entre l'effort de propulsion à la jante et l'effort d'adhérence, produit du coefficient d'adhérence précédent par le poids adhérent (poids qui applique la roue motrice contre le rail).

Dans la première période, l'accélération du véhicule varie comme le rapport du poids adhérent au poids total à entraîner et comme le coefficient d'adhérence lui-même. Quand il s'agit d'un train courant, le poids adhérent est indépendant du poids total, puisque la locomotive est indépendante des wagons. Tout alourdissement de ces wagons (augmentation de leur charge ou de leur nombre) se traduit donc par une diminution du rapport précédent, et, par suite, par le retardement du démarrage, qui devient d'autant plus difficile que le coefficient d'adhérence est insuffisant. La sablière, lançant son jet de sable entre les roues motrices et le rail, est alors absolument indispensable sur la locomotive, et il faut aussi employer une locomotive plus lourde. On entre alors dans le cercle infernal de l'alourdissement continu.

Mais si, au lieu du train ordinaire, on a affaire à un *véhicule automoteur*, c'est-à-dire à un *véhicule qui porte sa propre puissance*, les roues motrices étant en même temps porteuses de la charge utile, le poids adhérent croît avec cette charge, et le rapport de l'un à l'autre demeure invariable. L'accélération du véhicule ne dépend plus alors que du coefficient d'adhérence et on retrouve ainsi, comme dans le cas de l'arrêt, l'avantage de la route sur le rail.

Mais la limite du patinage est d'autant plus vite atteinte que, non seulement le coefficient d'adhérence est plus élevé, mais aussi que le poids adhérent (ou le nombre d'essieux moteurs) est plus grand. Dans le train ordinaire, c'est par un alourdissement de la locomotive que l'on réduit cette période de patinage (1); c'est donc par une augmentation du poids mort par rapport au poids utile à transporter, c'est-à-dire par une *diminution du rendement du transport*.

Dans le véhicule automoteur, l'augmentation du poids mort pourrait de même faciliter le démarrage. Mais comme le poids vif est également porté par les roues motrices, il est préférable d'utiliser l'augmentation de ce poids vif. C'est donc par l'*amélioration du rendement du transport*, qu'il est possible

(1) Dans la traction électrique, tous les essieux d'une rame peuvent être moteurs. Aussi le démarrage peut y être très rapide, car c'est le poids total qui intervient dans l'adhérence et non plus seulement la fraction de ce poids qui correspond aux seules roues motrices.

de faciliter le franchissement de la limite de la période du patinage.

Ainsi, c'est bien la concentration, dans la même unité, de la puissance motrice et de la charge à transporter, qui redonne au rail une certaine adhérence. Aussi, pour se rénover, le rail doit-il utiliser un engin automoteur, image de l'automobile routière. C'est l'auto-rail.

L'analogie de l'auto-rail avec l'automobile doit se poursuivre jusqu'à la recherche de l'allègement

A partir du moment où la vitesse limite de patinage a été franchie, *toutes nouvelles accélérations en marche varient en sens inverse du poids total en mouvement*. C'est le principe de l'inertie.

Or, ce poids total comprend le poids mort, c'est-à-dire le poids du matériel à vide. Dans les trains ordinaires, la tendance n'a cessé d'être *l'alourdissement*. Dans le matériel de traction, c'est la raison du démarrage et de l'adhérence qui l'impose. Dans le matériel de transport, ce sont le confort et la sécurité qui l'exigent.

Un rapide, composé d'une « Pacific » avec tender, de deux fourgons et de dix voitures modernes pesant environ 600 tonnes à vide, pour 600 voyageurs et 20 tonnes de bagages, correspond à un poids mort de 1.000 kilogrammes par voyageur et à un rendement du transport de 13 % environ seulement. Dans les grands express tirés par des « Mountain », lourdement chargés au moment des fêtes, pesant 700 tonnes à vide, pour 900 voyageurs et 30 tonnes de bagages, on arrive à un poids mort de 800 kilogrammes par voyageur environ et à un rendement de transport de 20 % environ.

Mais, sur la route, un autocar de 6 tonnes à vide, pouvant transporter 35 voyageurs avec leurs bagages, ne donne qu'un poids mort de 170 kilogrammes par voyageur et un rendement de transport de 37 % environ.

On mesure, par cette simple comparaison, l'avantage de la route et on comprend que dans le cas de nombreux arrêts ou démarrages, c'est bien le *poids mort excessif qui finit par tuer le rail*.

L'auto-rail qui doit rénover le rail, dans ce domaine de la concurrence, ne peut donc pas suivre la routine ferroviaire. *Il doit chercher à s'alléger comme l'automobile, de façon à pouvoir vaincre plus facilement son inertie lors des accélérations de sa vitesse*.

C'est une erreur de croire que la légèreté et la sécurité de la vie humaine sur le rail sont inconciliables. Dans une collision, la soli-

dité dépend de la puissance du choc et, par suite, de la force vive à absorber. Or, cette force vive est proportionnelle au poids mort. On peut chercher à faire solide tout en cherchant l'allègement par l'emploi d'aciers à haute résistance, d'alliages légers, de formes embouties et de poutres-caissons dans les éléments résistants de la structure, et également par l'emploi de la soudure électrique dans les joints des tôles minces.

Malheureusement, faire léger et solide coûte très cher, car le manque de coordination entre les réseaux ne permet pas d'envisager la construction en grandes séries. L'allègement serait cependant fort intéressant, car il diminuerait la dureté du martellement des bouts de rails et, par conséquent, les frais d'entretien.

Les roues élastiques et les roues amorties donnent la souplesse

En outre, il faut constater que, dans la pratique ferroviaire actuelle, rien n'a encore été tenté d'une façon suivie pour défendre le matériel contre les irrégularités de la voie qui se font d'autant plus sentir que le matériel est plus lourd et animé d'une plus grande vitesse.

La « Micheline », avec ses pneus sur rail (1) a au moins procuré le grand avantage d'attirer sur ce point l'attention des techniciens. Mais, très gonflé pour mieux supporter la charge que l'étroitesse du rail ne lui permet guère de dépasser, le pneumatique peut parfois, sur les irrégularités du rail, entrer en un synchronisme gênant avec la caisse trop légère qu'il supporte.

Une autre question se pose d'ailleurs : pour amortir les réactions de la voie, il faut chercher à augmenter le rapport du poids suspendu, c'est-à-dire de la caisse, au poids non suspendu, c'est-à-dire du train de roulement. Il en résulte que l'auto-rail doit s'alléger relativement plus par ses roues ou ses bogies que par sa caisse.

Dans ce sens, une tentative intéressante doit être signalée. C'est celle de la fabrique de wagons d'Uerdingen, en Allemagne, qui construit des essieux *creux*, pesant 30 % de moins que les essieux *pleins* du type normal.

Mais, si le matériel s'allège, comment, à grande vitesse, va-t-il supporter ces irrégularités ? La voie, trop lourde, ne cédera pas et les roues n'auront-elles pas une tendance à se soulever et à sortir des rails ?

Sans doute, le pneu rail boira l'obstacle. Mais on peut se demander si également des roues amorties et non élastiques auront le

(1) Voir *La Science et la Vie* n° 171, page 252.

même effet. Les essais en cours répondront (1).

Quoi qu'il en soit, la fabrique d'Uerdingen construit un type de roue amortie par un anneau de caoutchouc de forme spéciale, placé entre deux corps de cette roue, l'un solidaire de l'essieu creux et l'autre du bandage. Un dispositif analogue a été réalisé et essayé avec succès par les établissements Somua et s'est fait remarquer par son endurance et la douceur de son roulement. L'autorail Bugatti, en essai sur le réseau

reté sur les irrégularités de la voie peuvent être, semble-t-il, compensés par des roues élastiques et amorties.

Mais l'allègement doit être complété par une réserve de puissance suffisante

Mais si les accélérations de la marche sont favorisées par l'allègement, elles sont aussi en raison directe de la puissance transmise aux essieux moteurs. La rapidité des élans dépend donc directement de la rapidité avec

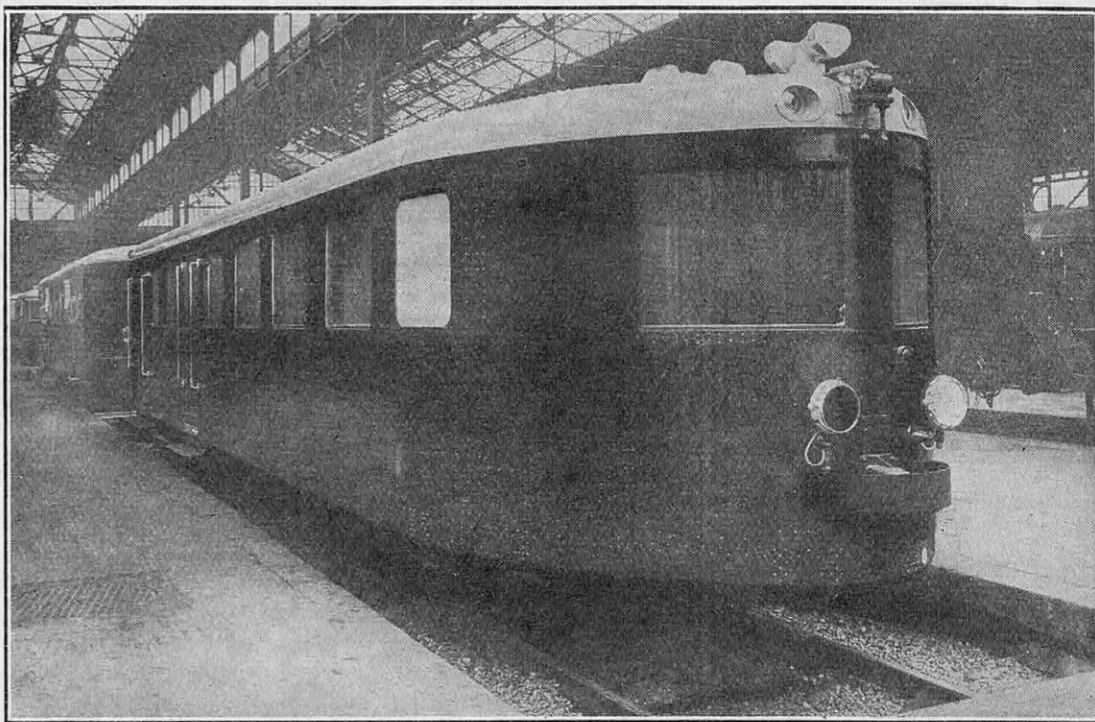


FIG. 5. — LA « PAULINE » DES CHEMINS DE FER DU MIDI, A 55 PLACES, 8 ROUES SANS BOGIES GROUPÉES DEUX A DEUX, ENTIÈREMENT EN DURALUMIN, NE PÈSE QUE 10 TONNES A VIDE

de l'Etat, utilise des roues de ce type.

En Autriche, l'amélioration de la suspension a été réalisée, aux Etablissements Austro-Daimler, par l'usage d'un pneumatique gonflé d'air, placé à l'intérieur de la roue au lieu de l'être sur son pourtour comme dans le pneu-rail de Michelin.

Les Etablissements Lorraine-Dietrich construisent un autorail dont les roues sont basées sur ce principe.

En un mot, pour être capable de grandes accélérations en cours de marche, l'autorail doit être plus léger que le matériel roulant ordinaire, et les inconvénients de cette légè-

laquelle peut se développer la puissance du moteur, c'est-à-dire de la réserve de puissance dont il est capable.

Dans le domaine où s'exerce la concurrence du rail et de la route, l'autorail doit, en effet, s'arrêter fréquemment, à toutes les stations; il doit faire un service de train omnibus à l'allure *moyenne* d'un express. Il faut donc que sa vitesse soit, comme celle de l'automobile, en *continuelles variations*.

Sur le rail, un cheval-vapeur par tonne à véhiculer suffit à la propulsion *quand les arrêts ne sont pas trop fréquents*; sur la route, pour la même tonne à véhiculer et pour la même vitesse, il faut *au moins* 10 ch-vapeur, non seulement à cause de la résistance du roulement, mais aussi à cause des *perpétuelles*

(1) L'expérience dira également comment, à la longue, de telles roues se comporteront sous l'effet de la torsion produite par le freinage.

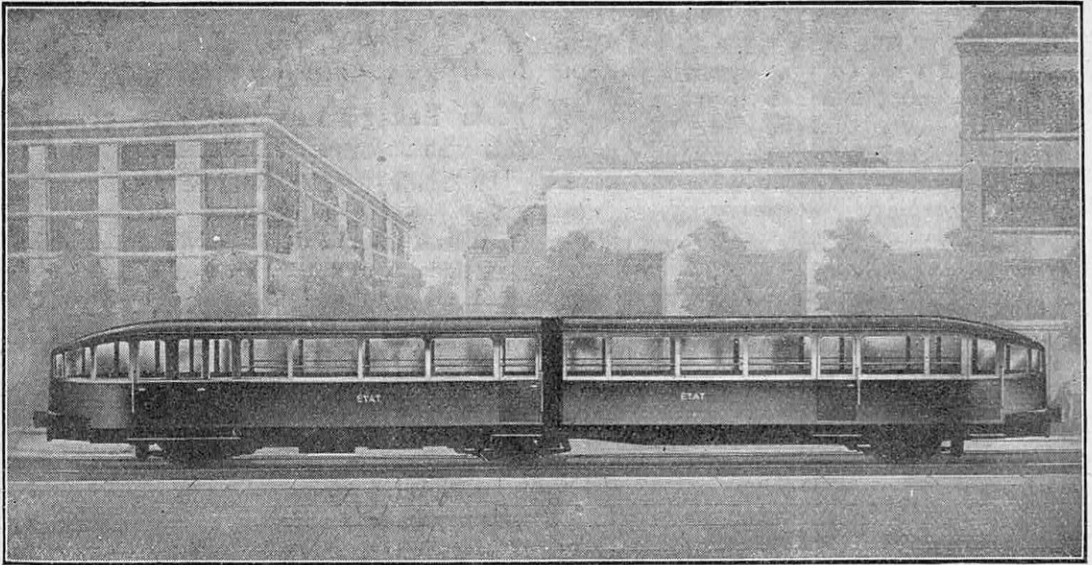


FIG. 6. — L'AUTORAIL « SOMUA » A GRANDE CAPACITÉ : 180 PLACES

Ce véhicule formant train-bloc se compose de deux éléments: l'un, à deux essieux, portant le moteur Diesel et la transmission mécanique; l'autre, à un essieu, reposant sur le premier par des plaques de friction avec dispositif élastique limitant le gauchissement relatif des deux parties. Poids total en ordre de marche, 22 tonnes; deux postes de conduite; moteur Diesel de 210 ch; vitesse, 90 kilomètres à l'heure.

reprises succédant à de très fréquents arrêts.

L'autorail qui, grâce au rail, bénéficie d'un effort de roulement huit à dix fois moindre que sur route, ne devra donc disposer, pour maintenir son allure maximum en palier et en ligne droite, que d'une fraction de la puissance nominale.

M. Maurice Roy, ingénieur au corps des Mines, ingénieur en chef du contrôle du matériel et de la traction, calcule qu'un autorail de 10 tonnes de poids total peut franchir, à 90 kilomètres à l'heure, une rampe de 6 pour 1.000, avec une puissance nominale de 80 ch seulement. Quel

est, sur route, l'autocar de même poids qui se contenterait de cette puissance pour soutenir une telle allure sur la même rampe? Si la rampe atteignait 15 pour 1.000, l'auto-

rail de 10 tonnes aurait besoin de 200 ch pour maintenir sa vitesse de 90 km-heure. Mais, dans ce cas, en palier, à peine le tiers de cette puissance nominale suffirait pour maintenir l'allure; la réserve de puissance serait alors de plus de 2/3.

On pourrait, semble-t-il, admettre qu'une réserve de puissance de 1/3, inutilisée en palier, suffirait pour le franchissement, sans réduction de vitesse, des

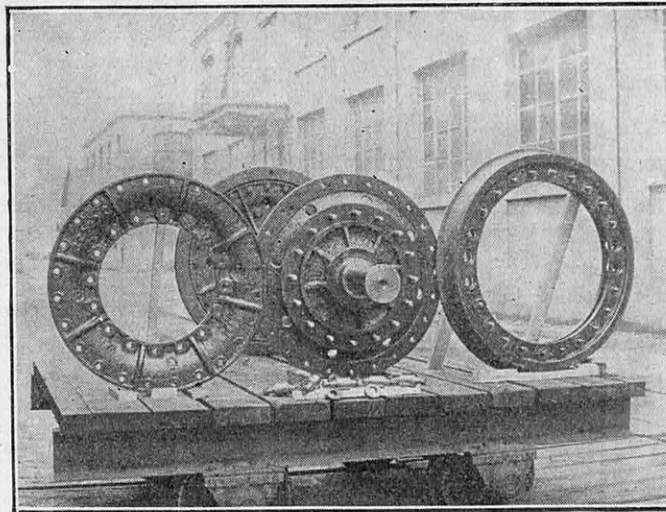


FIG. 7. — ROUE AMORTIE « SOMUA »

Le bandage d'acier est monté d'une façon élastique sur le corps de roue pour amortir les chocs de la voie. L'organe élastique de liaison est constitué par une bague cylindrique en caoutchouc, interposée et comprimée entre deux bagues métalliques. Le flasque de gauche, sur la photographie, vient s'emboîter dans le bandage à droite, et le tout se fixe ensuite, après pose de la bague de caoutchouc, sur le corps de roue, au centre.

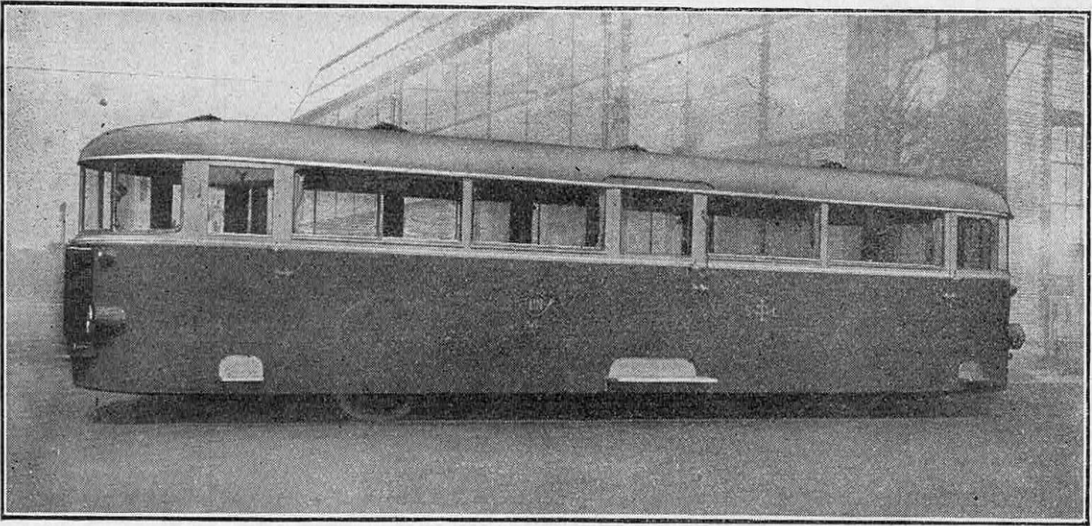


FIG. 8. — AUTORAIL « LORRAINE », 32 PLACES, 4 ROUES « PNEUACIER »

Cet autorail 32 places, à caisse profilée, à deux postes de conduite, à deux essieux à roues « pneuacier », pèse 8 tonnes en ordre de marche. Muni d'un moteur de 85 ch, le véhicule, très léger, peut réaliser la vitesse de 100 km-heure. Il a atteint même la vitesse de 130 km-heure.

rampes usuelles des principales voies ferrées.

Ainsi, on voit la corrélation étroite qui existe entre la légèreté et la réserve de puissance, réserve qui ne peut se développer pleinement qu'en réduisant le poids mort.

Les autorails en cours de construction ou d'essai en France et à l'étranger

Or, il semble bien que les autorails en cours de construction ou d'essai n'aient pas été

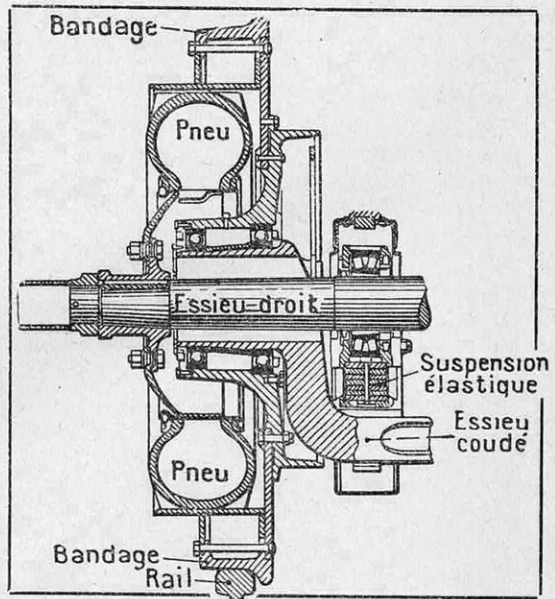
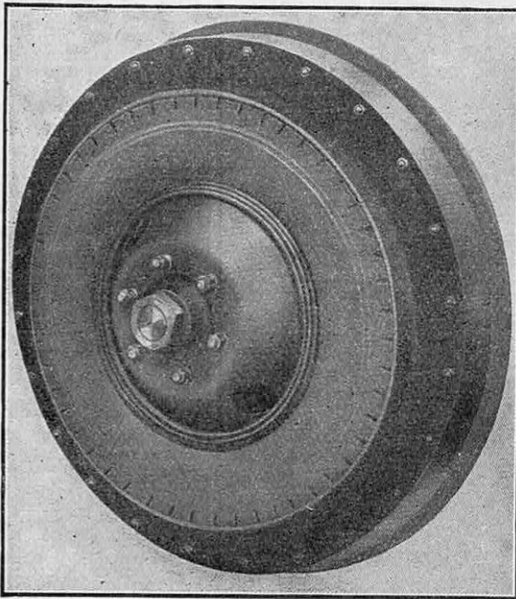


FIG. 9 ET 10. — VUE ET COUPE DE LA ROUE « PNEUACIER » DE L'AUTORAIL « LORRAINE »

Le pneu gonflé d'air est placé à l'intérieur de la roue au lieu de l'être sur son pourtour comme, dans le pneurail Michelin. A cet effet, le disque portant le pneu sur son pourtour vient s'emboîter à l'intérieur du disque comportant le bandage d'acier nécessaire au roulement sur rail. La charge supportée par le pneu se répartit ainsi sur toute l'étendue d'un grand arc de cercle à l'intérieur du bandage d'acier et peut, par suite, être beaucoup plus élevée que s'il reposait directement sur le rail par un seul point de contact.

Cette charge peut être de 7 tonnes par essieu ou 3 tonnes et demie par roue.

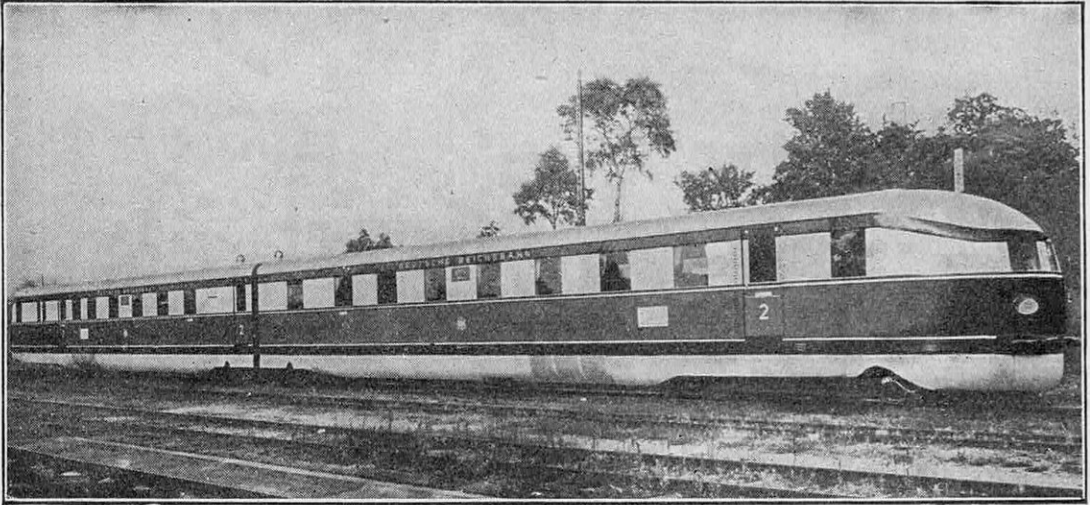


FIG. 11. — AUTOMOTRICE ALLEMANDE ARTICULÉE « MAYBACH-GEBUS », A TROIS BOGIES, 202 PLACES, QUI RÉALISE LA VITESSE DE 160 KM-HEURE GRACE A DEUX DIESEL DE 410 CH

toujours conçus suivant les principes précédents.

En France, l'auto rail moyen pèse, en effet, 15 tonnes à pleine charge (pour 3 tonnes et demie seulement de charge utile) et sa puissance nominale n'est que de 85 ch environ. Il paraît donc trop lourd et trop faible pour concurrencer l'automobile routière.

En effet, pour cette concurrence, la vitesse recherchée est de 90 kilomètres à l'heure. Or, à cette vitesse, M. Roy calcule que l'accélération dont serait capable un tel autorail ne dépasserait guère 1 cm

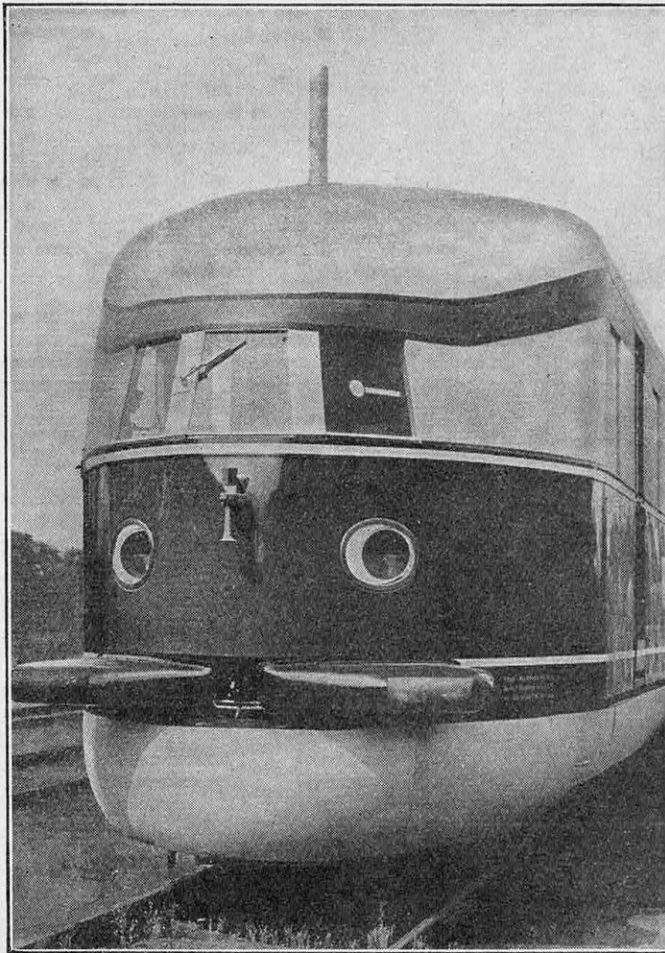


FIG. 12. — VUE DE L'AVANT PROFILÉ DE L'AUTOMOTRICE ALLEMANDE, A GRANDE VITESSE, « MAYBACH-GEBUS »

par seconde-seconde. La vitesse exigée ne pourrait donc se maintenir dès la moindre rampe. Pour réaliser l'auto rail idéal, il faudrait, pour la même charge utile : réduire le poids mort des $\frac{2}{3}$, de façon que le poids total ne soit plus que la moitié (7 tonnes et demie) ; doubler la puissance du moteur (ce qui semble possible aujourd'hui avec des moteurs Diesel à allure rapide dont le poids par cheval arrive à descendre jusqu'à 5 kilogrammes et moins) ; diminuer de moitié la résistance aérodynamique par

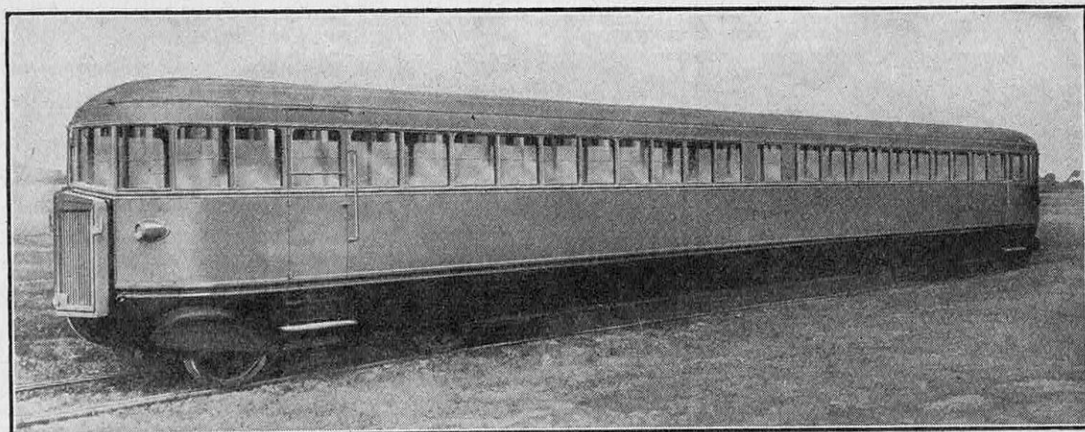


FIG. 13. — LA « LITTORINE », AUTORAIL ITALIEN « FIAT », 80 PLACES, 8 ROUES, 2 BOGIES Automotrice de 80 places assises, à caisse d'acier soudé, profilée, à deux postes de conduite, pesant à vide 19 tonnes, et en charge 27 tonnes. Deux moteurs à essence, de 120 ch chacun, peuvent lui imprimer la vitesse de 130 km-heure. Freinage à air comprimé. Poids mort par voyageur : 240 kilogrammes.

une amélioration des formes extérieures du véhicule à l'écoulement de l'air. Dans ces conditions, l'amélioration serait tout à fait remarquable, puisque, à 90 kilomètres à l'heure, l'autorail serait capable d'une accélération de 36 centimètres par seconde-seconde, 36 fois plus élevée que précédemment. L'allure de 90 kilomètres à l'heure pourrait être maintenue sur n'importe quelle rampe de voies ferrées.

Entre le type moyen d'autorail français en cours de réalisation, trop lourd et trop faible, et ce type idéal vers lequel doivent tendre les efforts, apparaissent diverses

conceptions particulièrement intéressantes et qu'a mises en lumière l'exposition récente de la gare Saint-Lazare.

Citons d'abord la « Pauline », cet autorail en duralumin, essayé sur le réseau du Midi, qui se caractérise par un poids mort de 10 tonnes et un poids en charge de 15.300 kilogrammes, avec 55 voyageurs assis et 20 debout, soit un poids mort de 135 kilogrammes par voyageur. La puissance des moteurs Diesel qui équipent cette voiture n'est que de 85 ch pour une performance de 90 kilomètres à l'heure. Aussi, à cette vitesse, la facilité d'accélération ne s'élève-t-elle qu'à

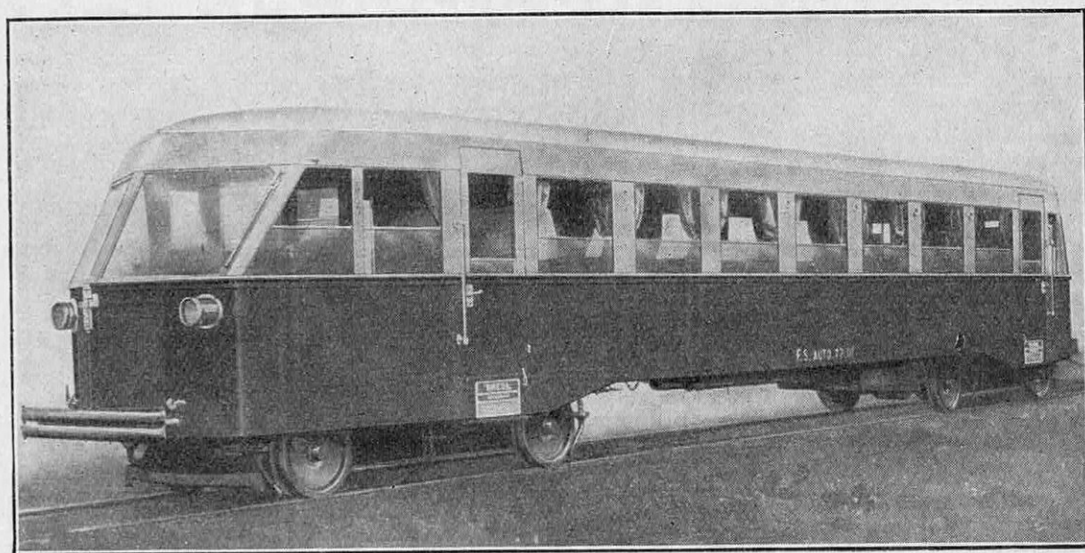


FIG. 14. — L'AUTORAIL ITALIEN « BREDA », 72 PLACES, 12,5 TONNES, MONTÉ SUR 2 BOGIES, A UNE VITESSE MAXIMUM DE 120 KILOMÈTRES. LA PUISSANCE DU MOTEUR EST DE 120 CH

un centimètre et demi seulement par seconde-seconde. Dès qu'une rampe de la voie dépassera 1 1/2 pour 1.000, la performance ne pourra être maintenue.

Vient ensuite l'autorail Renault de 200 ch à moteur 12 cylindres Diesel Renault, d'un poids mort de 22 tonnes et d'un poids en charge de 27 tonnes, avec 56 voyageurs assis et 10 debout, soit un poids mort par voyageur de 315 kilogrammes. Si la performance doit être, comme on le dit, de 120 kilomètres à l'heure, l'autorail ne pourra maintenir cette allure qu'en palier, en air calme et en droite ligne. Mais si l'on se contente de la vitesse de

17 centimètres à 8 à 10 centimètres par seconde-seconde. La rampe de 8 p. 1.000 paraît être la rampe limite au delà de laquelle la performance de 100 kilomètres à l'heure ne pourrait être maintenue.

Enfin, voici la « Bugatti » de 23 tonnes à vide, avec 52 voyageurs assis et 24 debout, ce qui représente un poids mort de 300 kilogrammes par voyageur. En charge, le poids total serait de 29 tonnes. Quatre moteurs à alcool benzol de 200 ch chacun, soit 800 ch en tout, doivent imprimer au véhicule une vitesse maximum de 200 kilomètres à l'heure. On calcule qu'à cette allure et étant donné

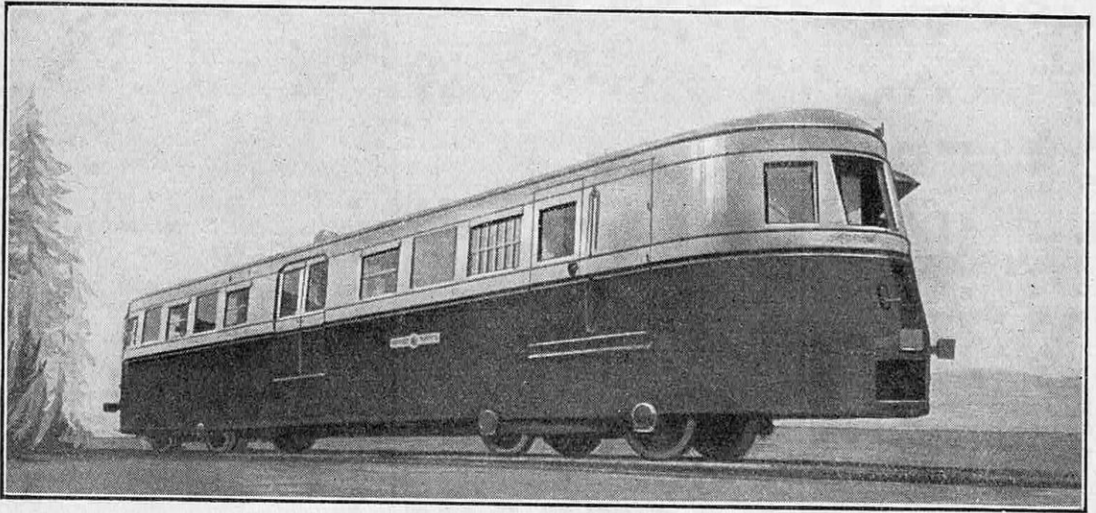


FIG. 15. — LE RAILBUS ANGLAIS « ARMSTRONG WHITWORTH »

Comportant 71 places, équipé avec un Diesel de 140 ch, cet autorail a une vitesse de 96 kilomètres à l'heure. La transmission de l'effort moteur aux roues est assurée électriquement, c'est-à-dire que le Diesel entraîne une dynamo actionnant les moteurs de traction.

90 kilomètres à l'heure, cette allure pourra être maintenue, même sur une rampe de 8 p. 1.000. C'est donc un véhicule à grande réserve de puissance et capable d'une grande souplesse de marche sur les rampes ferroviaires n'excédant pas 8 p. 1.000.

La « Micheline » de 36 places assises, de 6.500 kilogrammes de poids mort et de 9.800 kilogrammes en charge, correspond donc à un poids mort de 180 kilogrammes par voyageur. Son moteur à essence est de 200 ch et sa vitesse maximum de 105 kilomètres à l'heure. Avec des roues ordinaires, cet ensemble donnerait une faculté d'accélération de 17 centimètres par seconde-seconde, c'est-à-dire que la vitesse pourrait être maintenue sur rampe de plus de 15 p. 1.000. En réalité, les douze roues à pneumatiques accroissent la résistance au roulement et font tomber la faculté d'accélération à pleine puissance de

les formes aérodynamiques particulièrement bien soignées, la faculté d'accélération doit s'élever à 17 centimètres par seconde-seconde. Autrement dit, l'autorail pourrait maintenir sa vitesse sur toutes les rampes usuelles des voies ferrées.

Rien d'étonnant, dans ces conditions, qu'elle ait pu réaliser la vitesse de 173 kilomètres à l'heure sur la ligne du Mans, avec trois moteurs seulement sur quatre, et battre aisément le record allemand de 160 kilomètres atteint entre Berlin et Hambourg par l'autorail « Wumag » de même puissance totale, mais en Diesel et pesant trois fois plus en charge. Son poids mort par voyageur de 800 kilogrammes est celui des express ordinaires, mais son rendement de transport n'est que de 11 % et inférieur à celui du train rapide. Ce désavantage s'explique en partie par la présence d'une transmission élec-

trique beaucoup plus lourde que la transmission mécanique. L'autorail allemand ne pourrait pas maintenir son allure sur des rampes de plus de 5 p. 1.000.

Si, reprenant l'idée de M. Roy, on avait employé une transmission mécanique de grande perfection (0,80 au lieu de 0,75), un moteur Diesel à forte suralimentation, par le moyen d'une turbo-soufflante fonctionnant sur les gaz d'échappement, une meilleure forme aérodynamique, des trains de roues à montage perfectionné, des fusées et une légèreté de construction comparable à celle réalisée sur le type français Bugatti (30 tonnes de poids total au lieu de 90 pour 10 tonnes de charge), la même faculté d'accélération aurait pu être réalisée *non plus avec 800 ch, mais avec 300 ch seulement.*

On mesure l'économie considérable de puissance que permettraient non seulement l'allègement, mais aussi les formes aérodynamiques et les autres perfectionnements de roulement, de transmission, etc...

La finesse aérodynamique constitue aussi un facteur capital

Aux grandes allures, l'étude des formes extérieures des véhicules devient, en effet, prépondérante.

Dans les trains ordinaires, la résistance due à l'air atteint le 1/3 de la résistance totale, à la vitesse de 80 kilomètres à l'heure, la moitié à 110 kilomètres à l'heure, les 2/3 à 160 kilomètres à l'heure. Cette résistance provient du frottement, non seulement de l'air contre les parois, mais aussi des remous qui se produisent dans les intervalles entre les wagons. C'est ainsi qu'en remplaçant le train par un bloc *lisse*, on réduit cette résistance aérodynamique des deux tiers.

Or, au point de vue de cette résistance, l'autorail ne se présente pas du tout comme un train, mais comme une automobile, c'est-à-dire comme un corps relativement très court dans le sens du mouvement. A un tel corps, le profilé des formes conduit à une diminution de la résistance aérodynamique beaucoup plus importante que dans le cas du train ordinaire. C'est ainsi qu'à 80 kilomètres à l'heure, une automobile de forme

usuelle subit une résistance aérodynamique égale aux 2/3 de la résistance totale (au lieu de 1/3 dans le cas du train) ; à 160 kilomètres à l'heure, elle est presque de 9/10^e (au lieu des 2/3). Aussi a-t-on pu dessiner des formes d'automobiles dont la résistance aérodynamique n'est plus que le 1/5^e de celle des formes usuelles, à vitesse et à maître-couple égaux. Pour cela, on entoure d'un carter lisse toutes les saillies, roues, phares, etc... Mais on constate alors qu'il faut effiler plus l'arrière que l'avant, le maître-couple se plaçant au 1/3 de la longueur à partir de l'avant.

Un autorail conçu suivant ces principes exigerait une manœuvre de plaque tournante à chaque extrémité de son parcours, opération impraticable avec la conception Wumag de deux véhicules articulés d'une longueur totale de 42 mètres. Il faut alors se contenter d'un compromis et disposer d'un surcroît de puissance qu'on pourrait économiser autrement.

Dans tous les cas, l'importance de la finesse aérodynamique se mesure par cette constatation de M. Roy que, à la vitesse de 200 kilomètres à l'heure, grâce à une excellente finesse, la traction d'un autorail de 20 tonnes *n'exigerait que 10 % de plus de puissance* que celle d'un autorail de 10 tonnes. Or, précisément, cette faible augmentation de puissance est celle que donne la suralimentation du moteur Diesel par le procédé Rateau. On mesure ainsi l'avenir du moteur Diesel en matière d'autorails rapides.

L'ensemble de cette étude montre combien est complexe le problème de l'autorail, qu'il faut encore de longues études, aussi bien en France qu'à l'étranger, pour arriver à une solution satisfaisante ; que, pour cela, il est nécessaire de sortir des errements actuels de la construction du matériel roulant ferroviaire ; qu'en particulier la légèreté et la réserve de puissance sont les deux conditions *sine qua non* du succès. Pour concevoir l'autorail idéal, il faut perdre un peu de « l'esprit de chemin de fer » et prendre un peu de « l'esprit d'automobile ». Pour triompher de la route, le rail doit s'adapter à une technique toute nouvelle qui peut, en effet, paraître à certains révolutionnaire.

E. DE GEOFFROY.

L'idéal de certains utopistes actuels tend vers la fonctionnarisation généralisée de toutes les activités économiques et sociales, la redistribution immédiate, par l'impôt, du bénéfice des activités libres au profit des « clientèles » appointées. Tout cela aboutissant à cette doctrine : « Un seul patron : l'Etat ; une seule rémunération du travail : le salaire ».

VOICI DEUX NOUVEAUX PROCÉDÉS POUR DÉSINTÉGRER LES ATOMES

Par L. HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

Lorsque le savant anglais Rutherford établit, en 1919, que l'atome n'était pas « insécable », mais pouvait être brisé sous le choc de projectiles appropriés [1] (rayons alpha, noyaux d'hélium, neutrons), il inaugura une série de recherches qui ont fait considérablement progresser nos connaissances sur la constitution intime de la matière. Aujourd'hui, les physiciens savent utiliser divers corpuscules (protons [2], électrons, etc.) et leur communiquer artificiellement la vitesse et l'énergie nécessaires à la transmutation de la matière. Ce problème est étroitement lié, d'ailleurs, à l'obtention des tensions très élevées. Dans ce but, deux nouvelles méthodes ont été récemment étudiées. L'une a été établie aux Etats-Unis et consiste à mettre en œuvre une machine électrostatique qui fournit 10 millions de volts. L'autre, allemande, fait appel à l'électricité atmosphérique. Effectuées au Monte Generoso, en Suisse, les expériences de captation de cette électricité ont montré que l'on pouvait atteindre de 10 à 11 millions de volts, et réaliser certaines désintégrations jusqu'ici insoupçonnées. Ainsi, la nature, au cours des orages et des siècles, a certainement avancé l'œuvre humaine : il est, en effet, probable que notre atmosphère a dû subir à la longue certaines modifications dans sa composition, notamment dans sa teneur en hélium.

LF problème de la transmutation est posé sur le plan expérimental depuis l'ère des alchimistes ; maintes fois, on l'a cru résolu. Mais c'est en 1919 seulement que sir Ernest Rutherford établit que les noyaux atomiques pouvaient être brisés par le choc de projectiles appropriés, c'est-à-dire de dimensions comparables à celles de ces noyaux, et animés d'une vitesse suffisante. Au début, ces projectiles de choc furent empruntés à la nature elle-même : les premières désintégrations furent réalisées à l'aide de corpuscules alpha, noyaux d'hélium lancés à l'allure moyenne de 20.000 kilomètres par seconde ; plus tardivement, les neutrons projetés par le béryllium furent eux-mêmes utilisés par Feather.

Mais les physiciens d'aujourd'hui ne sont pas gens à se contenter d'armes toutes faites ; ils ont pensé que les ressources de la technique permettaient d'utiliser divers corpuscules électrisés, protons, électrons, noyaux atomiques variés à condition de leur communiquer la vitesse et l'énergie convenables ; il suffit, pour cela, de les soumettre à l'action d'un champ électrique accélérateur ; de même qu'une pierre acquiert de l'énergie, en tombant, ces corpuscules, traversant le champ électrique, s'accroissent et acquièrent

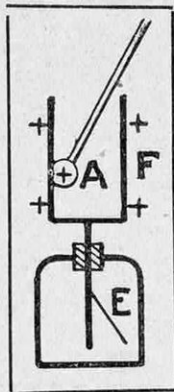
une force vive qui croît comme le voltage.

Un article précédent (1) a montré par quelles voies M. Jean Thibaud, à Paris ; MM. Cockroft et Walton, à Cambridge, avaient réalisé ce champ électrique accélérateur ; il ne semble pas qu'on ait dépassé, ni même atteint, dans ces expériences, 500.000 volts, qui communiquent à la charge électrique unité, celle du proton ou de l'électron, une énergie valant également un demi-million d'électron-volts. Les résultats acquis dans ces conditions ont dépassé toutes les espérances. Mais il n'est pas défendu de faire mieux, et le plus grand progrès qu'on puisse envisager dépendra des voltages qu'on saura produire et utiliser. Jusqu'ici, on avait demandé ces voltages, d'une manière ou d'une autre, aux phénomènes d'induction, c'est-à-dire à des combinaisons plus ou moins ingénieuses d'alternateurs, de transformateurs et de redresseurs ; or, il semble difficile, en tous cas très onéreux, de dépasser, par ces méthodes, le million de volts. C'est ce qui explique que plusieurs physiciens se soient préoccupés de revenir à la plus ancienne source d'électricité, à la machine électrostatique qui, au temps de Franklin et de l'abbé Nollet, servait à produire des différences de potentiel considérables. Au problème ainsi posé, deux solutions originales

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 168, page 457.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 185, page 371.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 185, page 371,



viennent d'être apportées l'une, aux Etats-Unis, par la création d'une machine électrostatique à haute puissance ; l'autre, en Allemagne, par l'utilisation de cette grande machine naturelle que constituent les

FIG. 1. — COMMENT ON PEUT « VERSER » SUCCESSIVEMENT DES QUANTITÉS D'ÉLECTRICITÉ DANS UN CYLINDRE

La boule A étant chargée d'électricité, en lui faisant toucher

l'intérieur d'un cylindre métallique, sa charge passe toute entière en F. L'électromètre E dévie. On peut alors retirer la boule, qui est complètement déchargée, et recommencer l'expérience.

nuages orageux, générateurs de la foudre. Nous allons les exposer successivement.

La nouvelle machine électrostatique

C'est à l'Université de Princeton, dans le New-Jersey, que ce nouvel outil scientifique a été conçu et réalisé par MM. Van de Graaf, Compton et Van Atta. Pour en faire comprendre le fonctionnement, rappelons, avec l'aide de la figure 1, une expérience classique : une boîte creuse métallique, le « cylindre de Faraday » *F*, est reliée à un électroscope *E*, et peut être chargée à l'aide d'un conducteur *A*, électrisé lui-même par un procédé quelconque : lorsqu'on introduit *A* à l'intérieur du cylindre, et qu'on le met en contact avec ses parois, la charge électrique se porte tout entière sur *F*, et *A* peut être retiré à l'état neutre, chargé à nouveau, puis déchargé dans *F*, etc. A chaque opération, une nouvelle quantité d'électricité est ainsi versée dans le cylindre, comme de l'eau dans un récipient et le potentiel, marqué par l'électromètre, s'accroît en proportion, comme la pression de l'eau sur le fond du récipient.

Il s'agit de transformer cette charge discontinue en une opération continue, et aussi de satisfaire à un certain nombre de conditions que nous indiquerons en temps voulu ; la figure 2 nous aidera à comprendre le dispositif adopté. On y voit, supportées par des colonnes isolantes *S* et *S*₁, deux sphères creuses *P* et *N* qui joueront le rôle

de cylindres de Faraday en recueillant, la première, de l'électricité positive, la seconde de l'électricité négative ; ces charges leur sont apportées et déversées à leur intérieur, par deux courroies de soie entraînées par des poulies, *p* et *p'* pour la première, *p*₁ et *p*₁' pour la seconde ; ces charges électriques sont captées et transportées sur les sphères *P* et *N* par des peignes métalliques *C* et *C*₁ dont les pointes viennent frôler la surface des courroies. Enfin, la figure 2 nous aide à comprendre comment ces courroies sont elles-mêmes électrisées : un transformateur produit du courant à 10.000 volts, redressé par des kénotrons, qui s'écoule par les pointes *b* sur la partie inférieure du ruban de gauche ; celui-ci recueille ainsi des charges positives, tandis que, de l'autre côté, c'est l'électricité négative du sol, attirée par influence, qui se répand par les pointes *b*₁ sur le ruban de droite.

C'est d'après ce plan que furent établies diverses machines comportant des perfectionnements successifs : le premier, et l'un des plus efficaces, consiste à remplacer les supports isolants *S* et *S*₁, par des colonnes creuses, à l'intérieur desquelles sont placées les poulies et circulent les courroies ; celles-ci sont ainsi placées dans un air confiné et soigneusement desséché : précaution fort utile, car l'humidité joue un rôle néfaste pour l'isolement électrique. D'autre part, le voi-

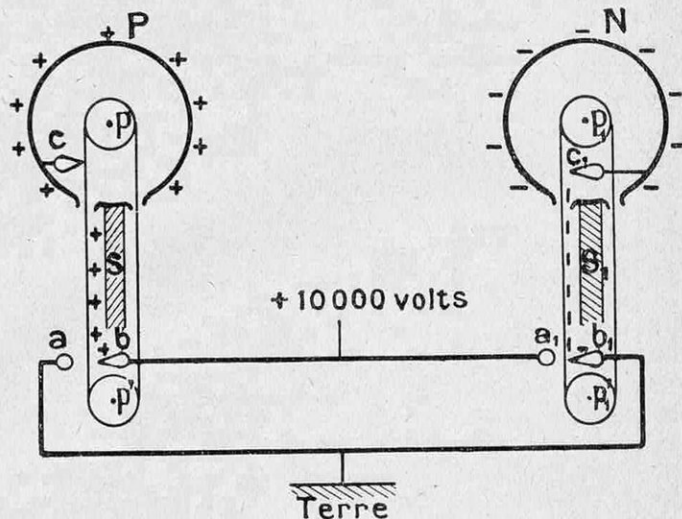


FIG. 2. — VOICI COMMENT ON REND « CONTINUE » LA CHARGE ÉLECTRIQUE DE DEUX SPHÈRES MÉTALLIQUES *P* et *N*, sphères métalliques creuses supportées par des colonnes isolantes *S* *S*₁ ; *p* *p*₁, *p*₁ *p*₁, poulies sur lesquelles passent des courroies de soie apportant l'électricité aux sphères *P* et *N*, grâce aux peignes métalliques *C* *C*₁. Ces courroies sont elles-mêmes électrisées par un courant provenant d'un transformateur à 10.000 volts et redressé au moyen de kénotrons ; ce courant s'écoule par les pointes *b* et *b*₁.

tage obtenu et l'intensité du courant produit et accumulé sur les sphères *P* et *N* croissent rapidement avec les dimensions de l'appareil ; la forme sphérique est la plus favorable à la conservation des charges, et elle l'est d'autant plus que le rayon de ces sphères est plus grand. Quant à l'isolement par les supports il est, évidemment, d'autant plus parfait qu'ils sont plus longs ; mais les physiciens de Princeton ont trouvé un moyen supplémentaire et inattendu d'accroître cet isolement : il consiste à tracer, sur la paroi du cylindre, un trait en hélice, fait d'une matière médiocrement conductrice ; le faible courant qui s'écoule par cette spirale, des sphères jusqu'au sol, régularise les potentiels et diminue la décharge spontanée par l'atmosphère. Cet isolement serait encore accru en plaçant tout l'appareil dans le vide, comme on l'a constaté avec un appareil d'essai de dimensions restreintes. Ces études préliminaires achevées, on a réalisé l'appareil définitif à grande échelle, dont la figure 3 donne la représentation : les sphères terminales *P* et *N* sont faites en

aluminium et ont 5 mètres de diamètre ; quant aux supports, leur hauteur totale dépasse 9 mètres, ce qui représente, en tout, 14 mètres pour l'élévation totale de la gigantesque machine ; ces colonnes creuses sont faites d'un isolant à la gomme laque, désigné par les auteurs sous le nom de *teotolite*. La puissance totale mise en jeu par le fonctionnement de l'appareil est voisine de 20 kilowatts, et les auteurs estiment que la différence de potentiel produite entre les deux sphères *P* et *N* atteint 10 millions de volts, qui correspond à une distance explosive voisine de 4 mètres. Cette machine permettra d'activer puissamment les corpuscules électrisés, et les auteurs commencent à s'outiller dans ce but.

L'emploi de l'électricité atmosphérique

Cependant, de l'autre côté de l'Atlantique, un trio de physiciens allemands visait

le même but par d'autres moyens. A quoi bon, se disent Brasch, Lange et Urban, combiner des machines électriques, alors que la nature nous offre tous les volts dont nous avons besoin, avec tous les ampères ? Un nuage orageux est une machine dont l'industrie humaine ne parviendra jamais à égaler la puissance. On croyait, jadis, que la décharge de la foudre était oscillante ; les appareils inscripteurs modernes, et spécialement les oscillographes cathodiques, ont montré qu'il n'en était rien : le nuage orageux, chargé positivement à un potentiel de plusieurs millions de volts, se décharge directement dans la terre, négative par rapport à lui ;

cette décharge, dont la durée est voisine d'un centième de seconde, produit alors un courant dont l'intensité atteint et dépasse souvent 100.000 ampères. L'énergie dégagée par un coup de foudre représente ainsi plusieurs milliers de kilowatts-heure ; c'est cette énergie que les savants allemands ont résolu de cap-

ter, pour l'employer au bon moment.

Les physiciens de l'Institut berlinois se sont donc proposés de reprendre, en les améliorant, les expériences par lesquelles Franklin et surtout de Romas captèrent l'électricité des nuages orageux. Il s'agit d'une entreprise de longue haleine : commencée en 1928, elle vient seulement d'aboutir aux premières désintégrations atomiques, et il convient de noter, à cette occasion, la munificence avec laquelle les industriels allemands et le fonds d'aide scientifique *Notgemeinschaft* ont subvenu aux dépenses nécessitées par ces opérations.

Il convenait, naturellement, d'instituer les expériences dans une région particulièrement visitée par les orages ; chacun sait, en effet (et les compagnies d'assurances mieux que quiconque) que certaines régions sont spécialement exposées au feu du ciel : en général, c'est dans les régions monta-

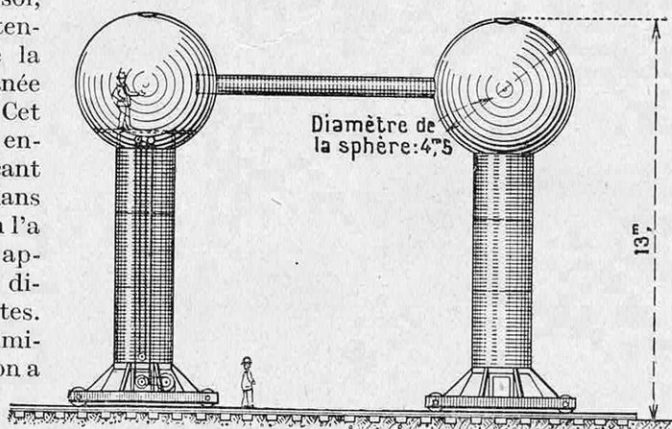


FIG. 3. — COMMENT LES PHYSICIENS AMÉRICAINS VAN DE GRAAF, COMPTON ET VAN ATTA, DE L'UNIVERSITÉ DE PRINCETON (NEW JERSEY), ONT RÉALISÉ L'APPAREIL, BASÉ SUR LE SCHÉMA FIG. 2, ET OU LA DIFFÉRENCE DE POTENTIEL ENTRE LES DEUX SPHÈRES DE 5 MÈTRES DE DIAMÈTRE ATTEINT, PARAÎT-IL, 10 MILLIONS DE VOLTS

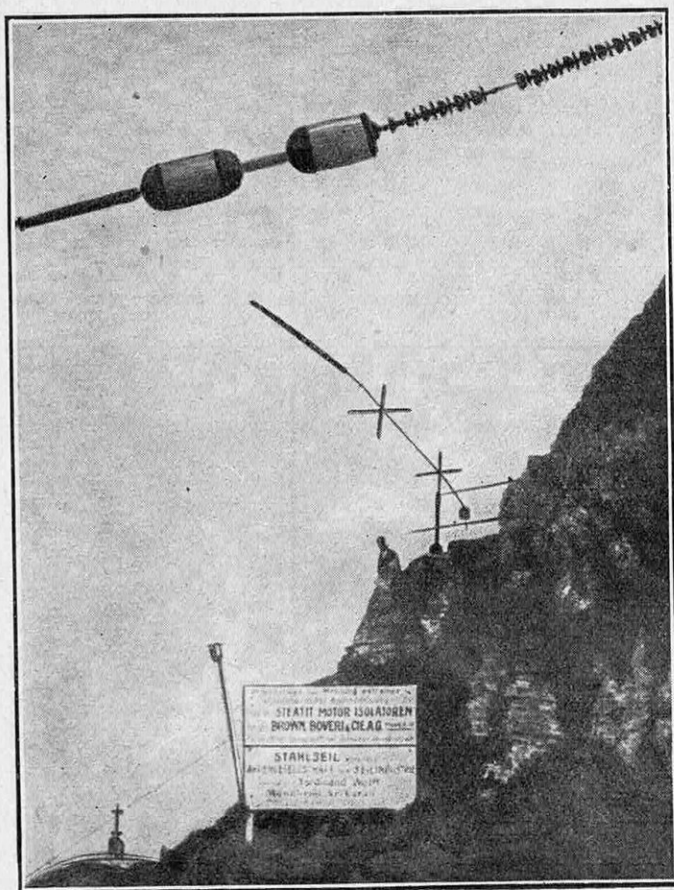


FIG. 4. — INSTALLATION EFFECTUÉE PAR LES ALLEMANDS BRASCH, LANGE ET URBAN, AU MONTE GENEROSO (SUISSE), POUR LA CAPTATION DE L'ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE AU MOYEN D'UN TREILLIS DE FILS MÉTALLIQUES

gneuses que les orages sévissent avec le plus de vigueur et de fréquence ; les conflits des vents opposés, se heurtant au confluent des vallées, y produisent des mouvements tourbillonnaires et le frottement des masses d'air en rotation doit, comme dans une gigantesque machine électrique, engendrer des charges qui s'accumulent sur les nuages jusqu'au moment où la tension limite étant atteinte, l'éclair jaillit.

C'est d'après cette considération que nos opérateurs ont choisi, en Suisse, près de Lugano, sur la pente du Monte Generoso, le lieu de leurs opérations. L'appareil destiné à recueillir l'électricité orageuse est formé par un treillis de fils métalliques,

dont la surface atteint 400 mètres carrés ; cette sorte de filet est garni de pointes et suspendu, à 80 mètres au-dessus du sol, par des haubans en câble d'acier attachés aux sommets de deux crêtes rocheuses. Il faut, naturellement, que ces supports soient isolés soigneusement pour éviter l'écoulement de l'électricité ; la méthode utilisée à cet effet est celle qu'on emploie pour soutenir les conducteurs aériens à haute tension ; elle consiste à intercaler sur les haubans des chapelets d'isolateurs dont le nombre est en rapport avec la tension à protéger ; un chapelet de trente isolateurs en stéatite soigneusement paraffinés, a été jugé suffisant pour une tension de 3 millions de volts.

L'un des haubans supporteurs est relié, avant les isolateurs, avec le conducteur qui sert à amener l'électricité jusqu'au point où elle servira à accélérer les protons, dans ces tubes à décharge dont Brasch, Lange et Urban ont étudié la forme et le fonctionnement ; cet appareil est placé à l'entrée d'une cabine, à parois métalliques, soigneusement reliées à la terre ; cette cabine fonctionnant comme une véritable « cage de Faraday »

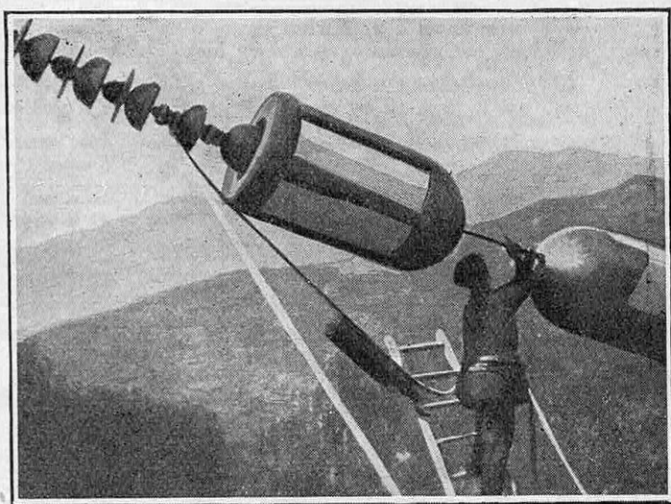


FIG. 5. — POUR ÉVITER LES PERTES DUES À L'« EFFET CORONA », DU AUX HAUTES TENSIONS, LE CABLE EST ENTOURÉ DE CYLINDRES CREUX

protège les observateurs contre les risques d'électrocution, par quoi ils seraient désintégrés plus sûrement encore que les atomes visés par l'opération.

Ce n'est pas chose très simple de conduire ainsi jusqu'au laboratoire des tensions de plusieurs millions de volts ; un fil conducteur soumis à de pareilles tensions s'entoure d'une auréole lumineuse (c'est ce qu'on appelle l'*effet corona*) qui tient à la décharge de l'électricité à travers l'air ambiant ;

En fait, ce dispositif s'est montré efficace ; lors d'un orage qui dura trente minutes, on put recueillir, à l'aide d'un éclateur, des étincelles longues de 4 m 50 qui éclataient à peu près toutes les secondes ; cette distance explosive doit correspondre à des potentiels voisins de 10 à 11 millions de volts. Ainsi, la première condition du problème se trouve largement satisfaite ; on nous a appris, depuis, assez brièvement, que ces formidables tensions avaient pu être appliquées aux pro-

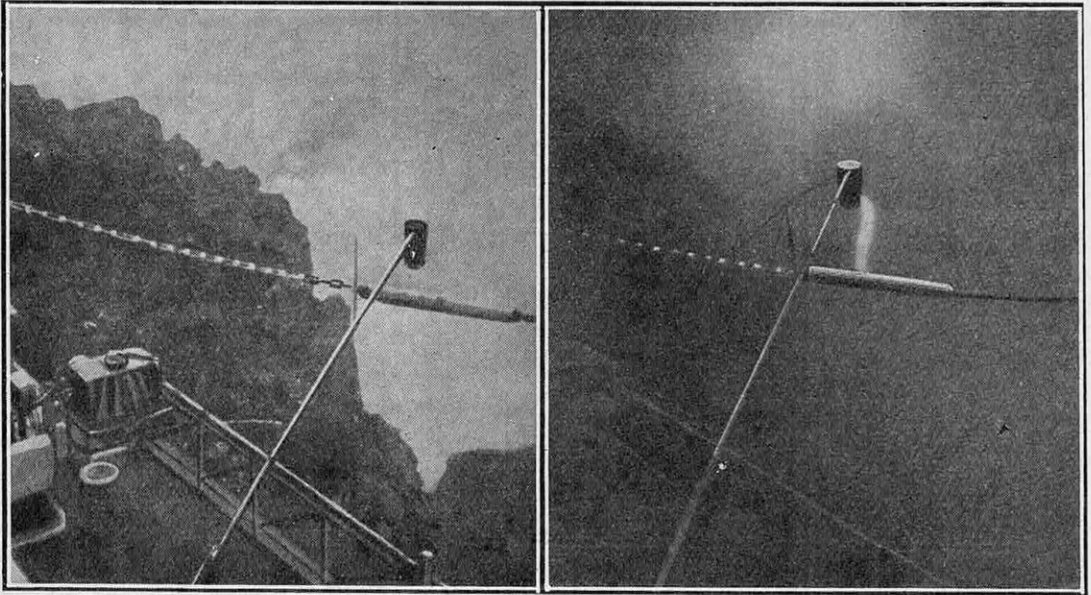


FIG. 6. — PHOTOGRAPHIES DE L'ÉCLATEUR DU MONTE GENEROSO

A gauche, en temps normal ; à droite, au cours d'un orage : on voit nettement l'arc de 4 m 50 de long obtenu, qui correspond à des potentiels voisins de 10 millions de volts.

l'effet est d'autant plus marqué que le diamètre du fil est plus faible, parce que la tension électrique croît avec la courbure ; c'est ce qui explique le pouvoir des pointes métalliques, régions où la courbure est très prononcée et où, par suite, la déperdition d'électricité est énorme. On serait donc amené à employer un fil conducteur de grand diamètre dont le poids serait alors prohibitif. Les physiciens allemands se sont tirés habilement de cette difficulté en enfilant sur le câble conducteur long de 150 mètres, une série de cylindres creux et très légers, dont le diamètre croît depuis 4 centimètres au départ jusqu'à 75 centimètres à l'entrée de la cabine d'expériences.

tons, et que certaines désintégrations avaient été observées. Ce résultat semble prouver que la nature nous a précédés, depuis longtemps, dans la voie des désintégrations : les atomes des gaz atmosphériques doivent, par temps d'orage, subir de rudes chocs, dont leurs noyaux ne sortent pas indemnes ; il se pourrait donc que l'atmosphère eût subi des transmutations qui ont pu, à la longue, modifier légèrement sa composition ; peut-être ont-elles affecté d'une façon appréciable sa teneur en hélium ; c'est une question qu'on peut poser, mais à laquelle on ne peut pas répondre, dans l'état actuel de nos connaissances.

L. HOULLEVIGUE.

C'EST GRACE AU BASSIN DES CARÈNES QUE LES NAVIRES ONT ACCRU LEUR VITESSE ET AMÉLIORÉ LEUR TENUE A LA MER

Par Jean BODET

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

La résistance à l'avancement que subit un navire de la part du plan d'eau sur lequel il se déplace dépend avant tout de la forme extérieure de sa coque. Toute amélioration de cette forme se traduit donc, à la fin, par une augmentation de rendement et de vitesse, et par une diminution de consommation en combustible. L'étude pratique qu'on pourrait en faire sur des modèles grandeur nature serait évidemment la plus démonstrative, mais elle est hélas ! trop onéreuse. Aussi l'effectue-t-on sur des modèles réduits évoluant dans des bassins spéciaux, appelés « bassins des carènes » (1). Des formules de « similitude » permettent ensuite d'étendre les résultats obtenus aux navires eux-mêmes. Nous exposons ici les méthodes expérimentales toutes nouvelles et fort curieuses, qui permettent d'essayer les maquettes des navires sur ces bassins miniatures, dans des conditions se rapprochant le plus possible de la réalité (courants, vagues, tempêtes artificielles, etc.)

IL y a soixante ans, le physicien anglais William Froude construisait, à Torquay, en Grande-Bretagne, un grand bassin de 85 mètres de longueur, 11 mètres de largeur à la partie supérieure, 3 mètres de profondeur et de section approximativement triangulaire. En remorquant sur ce bassin des modèles réduits de coques de navires, il avait la prétention de déterminer, avec une assez grande précision, le nombre de chevaux-vapeur, c'est-à-dire la puissance des machines, nécessaire pour propulser des bâtiments de formes et de dimensions données, à différentes vitesses. Il ajoutait que l'on pourrait ainsi, accessoirement, en modifiant convenablement la forme des maquettes, chercher à diminuer la puissance de l'appareil moteur, toutes choses égales d'ailleurs, et réaliser ainsi d'importantes économies.

Comme il arrive à presque tous les novateurs, William Froude fut regardé, par nombre de techniciens de l'époque, comme une sorte de visionnaire. Mais, dès ses premiers essais à propos d'un bâtiment de 1.000 tonnes de la marine britannique, le *Greyhound*, demeuré célèbre de ce fait, on put constater que les chiffres déduits de l'étude de la maquette et ceux mesurés directement sur le bâtiment lui-même, concordaient merveilleusement. L'excellence de

cette nouvelle méthode d'étude des carènes était ainsi démontrée jusqu'à l'évidence, et c'est elle qu'avec divers perfectionnements on emploie encore aujourd'hui avec succès.

Dans de nombreux pays, l'exemple de Froude a été suivi, et des bassins spéciaux, de dimensions diverses, ont été établis dans le monde entier. Nous donnons, page 204, un tableau des principaux, avec leurs caractéristiques et la date de leur création. Nous voyons que, pour la grande majorité, la longueur est comprise entre 140 et 300 mètres, la largeur, entre 6 et 16 mètres, et la profondeur, entre 3 et 7 mètres. Le plus grand bassin existant actuellement est celui de Rome, si l'on met à part le bassin spécial de Hambourg.

Le principal travail des bassins des carènes consiste à déterminer la résistance à l'avancement d'une coque de forme donnée, à une vitesse donnée. Cette résistance à l'avancement peut être décomposée en trois parties : d'une part, la fraction due au frottement des molécules d'eau sur la coque, de beaucoup la plus importante, pouvant atteindre jusqu'aux deux tiers de la résistance totale ; d'autre part, celle due à la formation de trains d'ondes réguliers se propageant à la surface de l'eau, problème d'une si grande complication que seuls les essais de modèles permettent actuellement de déterminer par tâtonnements, la forme de carène qui les

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 156, page 481.

réduit au minimum ; enfin, la résistance provoquée par la formation de tourbillons derrière toutes les irrégularités de la coque, que l'on doit s'efforcer d'éliminer aussi complètement que possible. Ce sont ces deux dernières fractions qui intéressent spécialement les bassins des carènes (1).

Les modèles sur lesquels on expérimente reproduisent fidèlement, à échelle réduite, tous les détails — extérieurs, cela va sans dire — de la coque du bâtiment. Ils sont dits *semblables géométriquement* au navire. Le rapport de réduction est généralement compris entre $1/10^e$ et $1/30^e$, ce qui fait que la longueur des modèles varie entre 5 et 10 mètres.

Nous n'insisterons pas sur les procédés de fabrication de ces maquettes, qui sont à peu près les mêmes dans tous les laboratoires d'essais et dont *La Science et la Vie* a déjà parlé à propos de la description du bassin des carènes de Paris (2). Rappelons-les cependant succinctement ci-dessous.

Les modèles sont coulés en paraffine dans

(1) Nous ne nous occuperons ici que des bassins d'essais appliquant les méthodes de Froude. Il existe d'autres méthodes d'essais, parmi lesquelles celles de Wellenkamp, infiniment moins répandues et que nous laisserons de côté. Le laboratoire d'essais de la marine allemande, installé à Berlin-Lichtenrode, est construit d'après ces principes.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 156, page 481.

des moules de dimensions légèrement supérieures à celles que l'on veut obtenir en définitive. La paraffine présente l'avantage de se travailler facilement et de permettre, après coup, toutes les modifications désirables dans la forme des modèles. Ceux-ci

sont taillés avec grande précision par des fraiseuses spéciales gravant sur la coque une série de « lignes d'eau ». Les déplacements des fraises à couteaux tournants de la machine à tailler sont commandés par des volants, de telle manière qu'un index, lié mécaniquement à la machine, suive constamment le dessin de ces lignes d'eau préalablement tracé sur le « plan de taille ». Les lignes d'eau ne sont, d'ailleurs, que les sections de la coque par une série de plans horizontaux rapprochés les uns des autres le plus possible. On fait ensuite disparaître toutes les irrégularités qui peuvent

subsister à sa surface et le modèle, convenablement équilibré et lesté, est prêt alors pour des essais de remorquage.

Tout se ramène, en somme, dans ces essais, à mesurer l'effort nécessaire pour le remorquer à une vitesse déterminée. Mais il faut être sûr que la proximité du fond ou des parois du bassin ne viendra pas fausser les résultats ; aussi considère-t-on que les bassins les plus perfectionnés sont les plus

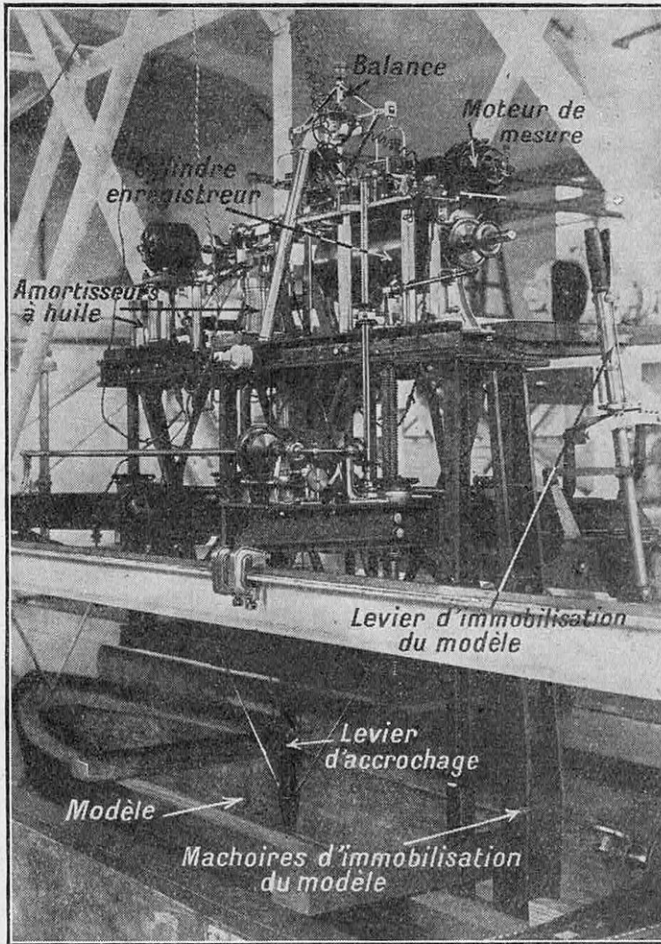


FIG. 1. — VUE DU DYNAMOMÈTRE POUR LA MESURE DE LA RÉSISTANCE À L'AVANCEMENT DES MODÈLES, AU BASSIN D'ESSAIS DES CARÈNES DE VIENNE (AUTRICHE) Cet ensemble assez compliqué, et dont le schéma suivant indique le fonctionnement, est porté par le pont roulant et remorque le modèle en paraffine accroché au-dessous de lui.

larges et les plus profonds. On peut admettre, en pratique, que leur section est indéfinie lorsqu'elle atteint 12 m 50 de large et 6 m 50 de profondeur, ainsi que l'expérience l'a montré pour les vitesses de remorquage réalisées habituellement.

Il en est de même en ce qui concerne la longueur.

En effet, le modèle à étudier est accroché sous un chariot formant pont roulant au-dessus du bassin. Ce chariot, qui porte les dynamomètres et divers appareils enregistreurs, se déplace sur des rails parallèles au bassin et entraîne le modèle. Sa construction est extrêmement robuste, puisque sa voie a au moins la largeur du bassin ; aussi son poids est-il très élevé. Le chariot-pont-roulant de Vienne pèse

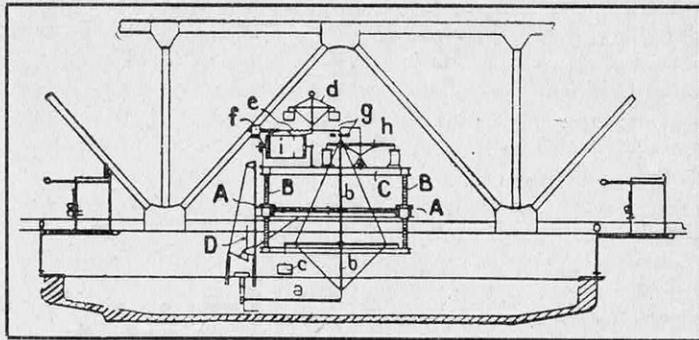


FIG. 3. — SCHEMA DE FONCTIONNEMENT DU DYNAMOMÈTRE POUR LA MESURE DE LA RÉSISTANCE A L'AVANCEMENT DES MODÈLES ESSAYÉS AUX BASSINS DES CARÈNES

Un cadre A, fixé au bâti du pont roulant, supporte, par l'intermédiaire des deux vis B, une table C, de hauteur réglable, qui porte les instruments de mesure proprement dits. Les mâchoires d'immobilisation D servent à maintenir solidement le modèle, pendant les périodes de démarrage et de freinage, pour éviter de soumettre le dynamomètre à des efforts trop violents. Le modèle est remorqué par l'intermédiaire de la tige a et du levier b, qui porte un contrepoids c. Le bras supérieur du levier b est en relation avec une balance d et un ressort assez faible e, dont l'autre extrémité est reliée à un moteur électrique f, qui tend le ressort plus ou moins, pour équilibrer exactement l'effort de traction. Le moteur f, qui peut tourner dans les deux sens, est commandé par les contacts mobiles g. L'amortisseur à huile h amortit les oscillations du levier. Les déplacements de l'extrémité du ressort e et les autres grandeurs à mesurer, temps et chemin parcouru, s'inscrivent sur le cylindre enregistreur i pendant une mesure, les contacts g, qui servent au réglage préliminaire, étant écartés pour laisser toute liberté de déplacement à l'extrémité du levier.

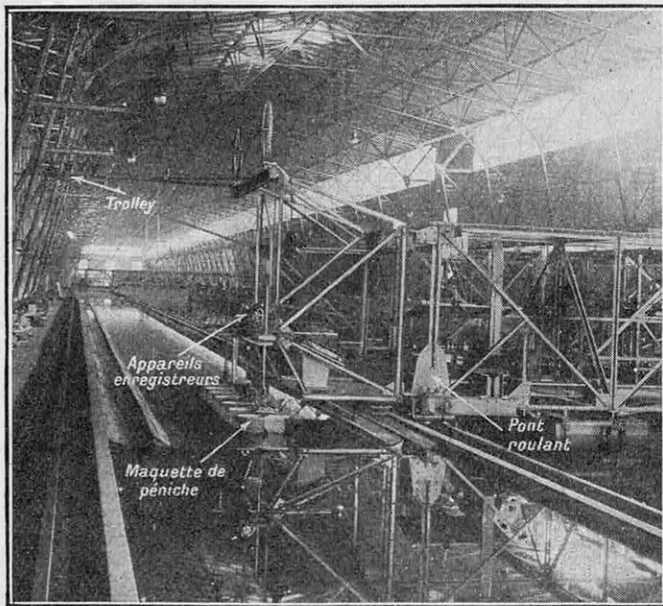


FIG. 2. — BASSIN SPÉCIAL POUR L'ÉTUDE DES MAQUETTES DE NAVIRES EN EAU PEU PROFONDE, AU BASSIN D'ESSAIS DES CARÈNES DE HAMBURG (ALLEMAGNE)

Ce bassin, unique en son genre, ne mesure que 0 m 36 de profondeur. Il a 85 mètres de long, et sa largeur peut varier à volonté jusqu'à un maximum de 3 m 15, permettant ainsi, en y admettant plus ou moins d'eau, de réaliser exactement le profil désiré. On aperçoit, à droite, un second bassin à fond mobile de 165 mètres de long, 8 mètres de large et de profondeur maximum 4 m 50, auquel fait suite le grand bassin de 185 mètres de long, 16 mètres de large et 6 m 75 de profondeur.

ainsi 14 tonnes et certains atteignent même 20 tonnes. Pour que la mesure de la résistance du modèle au remorquage soit correcte, il est essentiel qu'elle soit effectuée à vitesse rigoureusement constante ; par conséquent, la première partie de la course du chariot, où celui-ci prend de la vitesse, et la dernière partie correspondant au freinage sont sans utilité pratique pour les mesures. Par conséquent, la longueur utile du bassin, celle parcourue à vitesse rigoureusement constante, n'est qu'une fraction de la longueur totale.

En partant de la résistance totale mesurée par ce moyen, de laquelle on déduit la fraction

due au frottement (on sait, aujourd'hui, la calculer par des formules simples), on passe à la résistance à l'avancement de la coque en vraie grandeur en appliquant les lois de la *similitude mécanique* mises en évidence par Newton et appliquées, pour la première fois, aux constructions navales par Froude.

Supposons que le rapport des dimensions linéaires du bâtiment et de la maquette soit 25, et que la résistance déduite des essais de remorquage à 4 mètres par seconde, soit de 2 kilogrammes pour le modèle réduit. On déduit immédiatement que : à la vitesse

répartition et de la vitesse des filets liquides à l'arrière de la maquette fournit les données indispensables au calcul de l'hélice ou des hélices, s'il en a été prévu plusieurs, ainsi qu'à la détermination de leurs positions les plus favorables.

La propulsion des carènes en eau peu profonde

Nous avons dit plus haut que les dimensions du bassin peuvent, lorsqu'elles sont trop petites, fausser les résultats des essais. De même, dans la pratique, un bâtiment

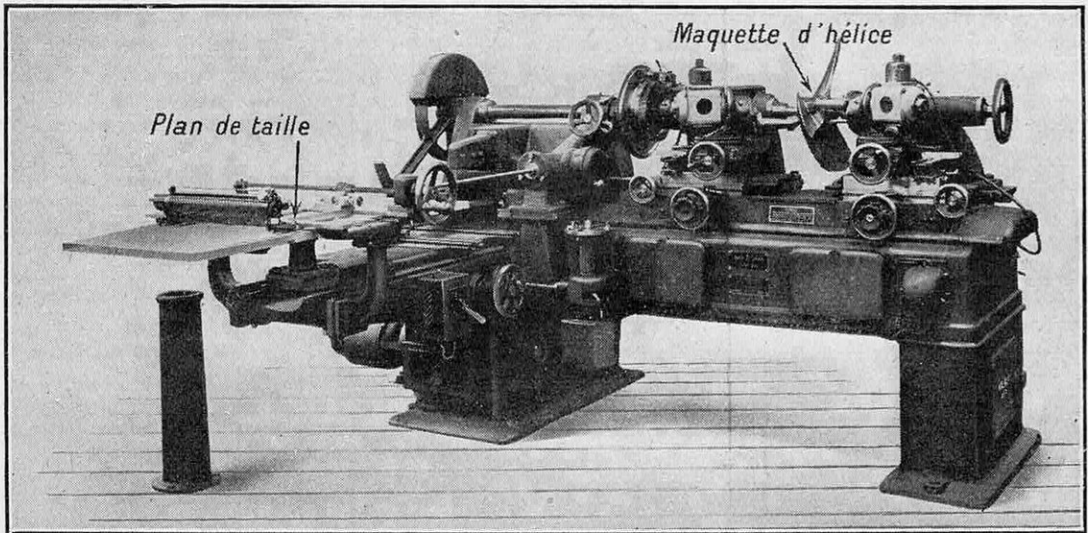


FIG. 4. — MACHINE A TAILLER AUTOMATIQUÉMENT LES MAQUETTES D'HÉLICES SUIVANT LES « PLANS DE TAILLE », AU BASSIN D'ESSAIS DES CARÈNES DE VIENNE (AUTRICHE)
Les maquettes d'hélices, en un alliage de plomb, d'étain, de bismuth et d'antimoine, sont taillées avec précision par des fraises mobiles, d'après les plans dessinés sur le plan de taille.

de 20 mètres par seconde (produit de 4 par la racine carrée de 25), soit 39 nœuds, ce bâtiment éprouvera une résistance de 31.250 kilogrammes (produit de 2 par le cube de 25), à laquelle il faut ajouter la partie correspondant au frottement calculée comme précédemment, mais, cette fois, pour le bâtiment en vraie grandeur. Autrement dit, d'après les lois de la similitude mécanique, le rapport des vitesses doit être la racine carrée du rapport des dimensions linéaires, et celui des forces le cube du même rapport.

La forme de carène la plus favorable au point de vue hydrodynamique change avec la vitesse ; aussi est-il nécessaire d'effectuer une série d'essais à différentes vitesses et d'adopter un moyen terme donnant satisfaction au voisinage de la vitesse de régime prévue pour le bâtiment.

Ce premier travail accompli, l'étude de la

se comporte de manière toute différente en pleine mer, où la profondeur peut être considérée comme infinie, et dans un fleuve ou un canal. La résistance à l'avancement peut se trouver triplée dans ce dernier cas, et même quadruplée.

Etant donnée l'importance de la navigation fluviale dans le monde entier, il est nécessaire d'étudier expérimentalement le problème encore mal connu de la propulsion en eau peu profonde.

C'est dans ce but que, dans un grand nombre de bassins des carènes, on a installé un fond mobile que l'on peut placer à différentes hauteurs pour étudier comment se comportent les modèles pour différentes profondeurs. Tels sont les cas, par exemple, du bassin de Vienne, en Autriche, et du nouveau bassin hollandais de Wegeningen.

Dans d'autres établissements, on a même

été jusqu'à construire des bassins spéciaux peu profonds, et l'on modifie les conditions des essais en y faisant varier le niveau de l'eau. Ainsi, le nouveau bassin d'essais du laboratoire britannique de Teddington, long de 207 mètres au total, n'a que 0 m 60 de profondeur sur 54 mètres de long. Le bassin des carènes de Hambourg, un des mieux équipés du monde pour toutes les recherches expérimentales touchant les constructions navales, possède, en plus du grand bassin de 185 mètres de long, 16 mètres de large et 6 m 75 de profondeur, et du bassin pour les essais à grande vitesse, dont nous parlerons plus loin, deux autres bassins : l'un, à fond mobile, de 165 mètres de long, 8 mètres de large et de profondeur maximum 4 m 50 ; l'autre, de 85 mètres de long, 3 m 15 de large et seulement 0 m 36 de profondeur.

Il est aussi possible, avec ce dernier bassin, de faire varier la largeur, en déplaçant des madriers, de sorte que les études de modèles de remorqueurs ou de péniches destinés à un service particulier et devant emprunter des voies d'eau de section connue, sont effectuées dans des conditions rigoureusement semblables à celles rencontrées dans la pratique.

Ajoutons, enfin, que le souci justifié de reproduire, à échelle réduite, tous les phénomènes que le navire peut rencontrer en service, a conduit un certain nombre d'établissements, comme ceux de Rome et de Hambourg, à réaliser dans leurs bassins des vagues artificielles, de hauteur et de période

variables, suivant les régions que doit fréquenter le bâtiment. Ainsi sont réalisées, dans ces bassins modèles, toutes les circonstances que peut rencontrer un navire au cours de ses traversées. Or, c'est de la tenue à la mer que dépend, en effet, la vitesse réalisée effectivement et aussi le confort des passagers, ce qui est de première importance pour les grands paquebots modernes.

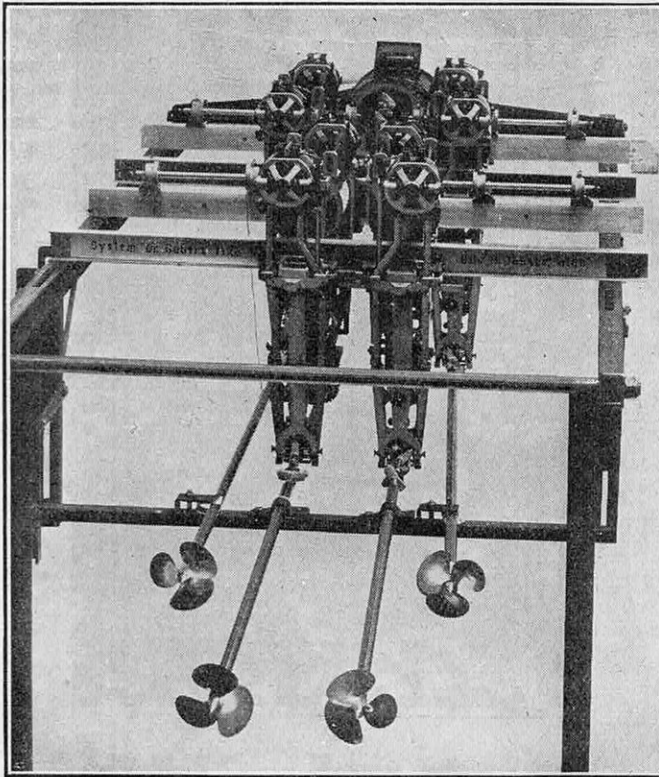


FIG. 5. — DISPOSITIF POUR L'ÉTUDE DES HÉLICES D'UN NAVIRE A QUATRE HÉLICES, AU BASSIN D'ESSAIS DES CARÈNES DE VIENNE (AUTRICHE)

Chacune des hélices est actionnée par un moteur électrique particulier et est reliée à des instruments de mesure séparés.

dynamométrique, qui enregistre alors le nombre de tours, la poussée axiale et le couple exercé sur l'axe des hélices à différentes allures. Grâce à ces données, on calcule le rendement des propulseurs. De même que pour les carènes, ce sont les lois de la similitude mécanique qui permettent le passage à la vraie grandeur.

Mais il ne faut pas perdre de vue que la présence de la carène réagit sur le fonctionnement du propulseur et qu'on ne peut, sans précaution, adapter à une carène donnée n'importe quelle hélice dont le fonctionnement, au point de vue hydraulique, aurait

Comment on étudie expérimentalement les hélices

L'étude des hélices s'effectue au bassin des carènes de la même manière que celle des coques. On réalise, comme précédemment, des modèles réduits de 15, 20 centimètres ou plus de diamètre, en un alliage d'étain, de bismuth, de plomb et d'antimoine, que l'on taille au moyen de machines spéciales, dont il existe différents types plus ou moins perfectionnés. Ces modèles sont disposés sous le chariot

été reconnu satisfaisant aux essais en eau libre. Les essais à modèle réduit permettent précisément de conjuguer les coques et les hélices, en montant ces dernières sur des maquettes, et, grâce à des essais aussi nombreux qu'il sera nécessaire, de déterminer les emplacements les plus favorables pour les propulseurs, et même de modifier convenablement les formes de l'arrière de la coque, pour que l'eau s'écoule régulièrement et accède sans à-coup aux hélices. Il n'est pas rare, ainsi, de gagner 5 ou 6 % sur la puissance nécessaire pour obtenir une vitesse donnée, en même temps qu'on élimine des vibrations fort gênantes.

Pour ce genre d'études, le pont roulant sert uniquement de plate-forme d'observation, tandis que le modèle parcourt le bassin dans toute sa longueur, non plus remorqué, mais en parfaite liberté. Le nombre de tours de l'hélice qui propulse, actionnée elle-même par un moteur électrique installé à bord, est réglé de manière à obtenir une vitesse fixée à l'avance. Les appareils enregistreurs sont installés aussi à bord du modèle. On connaît ainsi la puissance nécessaire à la propulsion et, les divers enregistrements permettent d'en déduire le rendement global.

Voici un bassin spécial pour les essais à grande vitesse

Dans la plupart des bassins d'essais actuellement existants et non pourvus d'installations spéciales, les modèles sont remorqués à des vitesses de l'ordre de 3 ou 4 mètres par seconde ; il est rare que l'on atteigne 6 ou 7 mètres par seconde, et tout à fait excep-

tionnel que l'équipement du chariot permette de réaliser 10 ou 12 mètres par seconde. Et, pourtant, il est du plus grand intérêt d'effectuer les essais à la plus grande vitesse possible, pour les bâtiments rapides. Le problème est encore plus important pour les coques et les flotteurs d'hydravions.

Cela résulte, en effet, de l'application de la loi de la similitude mécanique, que nous avons citée plus haut et qui dit que le rapport de réduction de la maquette doit être égal au rapport du carré des vitesses. Pour un hydravion, par exemple, la vitesse au décollage peut atteindre 40 mètres par seconde, dont le carré est 1600. Supposons qu'au bassin d'essais nous puissions remorquer les maquettes à 7 mètres par seconde (soit, au carré, 49). Le rapport de ces carrés, environ $1/32^e$, nous donne l'échelle à laquelle nous devons construire le modèle. Supposons maintenant que l'équipement du bassin permette de réaliser 10 mètres par seconde, le rapport de réduction passe alors à $1/16^e$, c'est-à-dire que la maquette sera deux fois plus grande que précédemment. Mais un flotteur d'hydravion réduit au $1/16^e$ est encore bien peu de chose, et il

n'est pas possible de transposer en vraie grandeur, par la méthode ordinaire, les résultats de l'étude d'une maquette aussi petite. Pour pouvoir augmenter ses dimensions, il faut accroître encore la vitesse des essais.

C'est au bassin d'essais des constructions navales de Hambourg qu'une installation toute récente — elle ne date que de mai 1931 — permet de réaliser les vitesses de remorquage les plus élevées actuellement, pouvant aller jusqu'à 20 mètres par seconde,

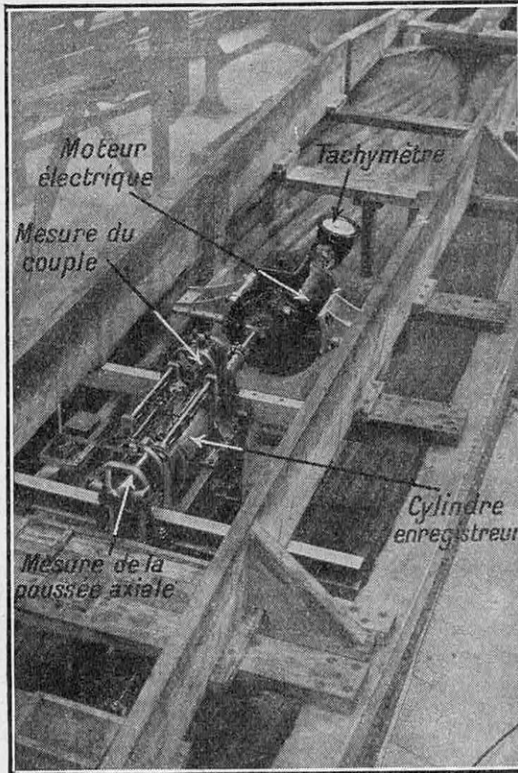


FIG. 6. — COMMENT SONT DISPOSÉS LES APPAREILS DE MESURE A L'INTÉRIEUR D'UN MODÈLE POUR LES ESSAIS D'AUTOPROPULSION

Le moteur électrique actionne l'hélice par l'intermédiaire de l'arbre de transmission que l'on aperçoit entre les planches. Sur le cylindre sont enregistrés : le nombre de tours, le couple et la poussée axiale. Pour les essais d'autopropulsion, le modèle se déplace librement le long du bassin, sous le pont roulant qui se borne à l'accompagner et à le guider dans sa trajectoire.

près de 75 kilomètres à l'heure. Cette installation comprend un bassin spécial de 322 mètres de long, 5 mètres de large et 2 m 50 de profondeur ; un système de vannes permet d'y admettre plus ou moins d'eau et d'en faire varier ainsi le niveau pour les essais en eau peu profonde. De part et d'autre du bassin courent deux rails sur lesquels se déplace le chariot qui remorque les modèles.

Ce chariot est de construction spéciale et consiste en une charpente de tubes d'acier soudés, à la fois très légère et très robuste, recouverte de tôles profilées pour réduire la résistance de l'air aux grandes vitesses. Ce profilage descend presque jusqu'au contact de la surface de l'eau, pour éliminer l'influence de l'air sur le modèle remorqué. La largeur de la voie du chariot est de 6 m 10 et sa longueur totale de près de 15 mètres. Il est équipé de deux moteurs à courant continu, de 40 kilowatts chacun, actionnant les deux roues avant.

Le chariot, partant du repos, acquiert, sous l'action de ces moteurs, une vitesse de 15 mètres par seconde, après avoir parcouru environ 110 mètres. Il peut conserver cette vitesse sur environ 150 mètres, soit pendant à peu près dix secondes, le reste de la course servant au freinage. L'expérience a montré qu'il fallait que la vitesse de l'essai soit maintenue constante pendant une dizaine de secondes, pour que les oscillations inévitables du modèle soient amorties et que l'on puisse procéder à une mesure correcte.

Cette condition n'est plus remplie si l'on veut obtenir une vitesse plus élevée au moyen de ces seuls moteurs électriques, car la longueur utile de la course diminue. Aussi, pour des vitesses de régime supérieures à 15 mètres par seconde, une accélération supplémentaire est fournie par la chute d'un poids dans un puits, de telle sorte que, par exemple, la vitesse du chariot atteigne

20 mètres par seconde après une course de 80 mètres et conserve cette vitesse sur 180 mètres, soit pendant neuf secondes.

Le poids total du chariot est de 5.150 kilogrammes, dont 3.700 kilogrammes sont portés par les roues avant motrices ; l'adhérence limite à 518 kilogrammes l'effort de traction que celles-ci peuvent exercer. Un effort supplémentaire de 1.620 kilogrammes fournit au chariot l'accélération nécessaire pendant la première partie de sa course. Il

s'exerce par l'intermédiaire d'une câblerie, actionnée par un poids de 9.850 kilogrammes tombant dans un puits de 10 mètres de profondeur, ainsi que le montre le schéma ci-contre. Cette masse, de près de 10 tonnes, est freinée à la fin de sa chute par une réserve d'huile au fond du puits.

Quant au chariot lui-même, lancé ainsi à 75 kilomètres à l'heure, son freinage s'effectue sur environ 50 mètres, grâce à plusieurs dispositifs de sécurité différents. D'abord, un système à air comprimé comprend quatre mâchoires installées derrière les roues du chariot et qui viennent saisir et serrer la tête des

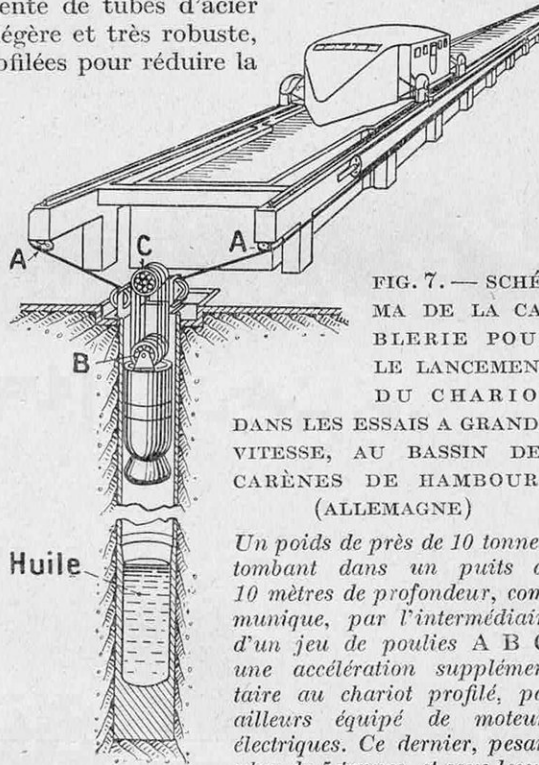


FIG. 7. — SCHEMA DE LA CABLERIE POUR LE LANCEMENT DU CHARIOT DANS LES ESSAIS A GRANDE VITESSE, AU BASSIN DES CARÈNES DE HAMBOURG (ALLEMAGNE)

Un poids de près de 10 tonnes, tombant dans un puits de 10 mètres de profondeur, communique, par l'intermédiaire d'un jeu de poulies A B C, une accélération supplémentaire au chariot profilé, par ailleurs équipé de moteurs électriques. Ce dernier, pesant plus de 5 tonnes, et sous lequel

est la maquette à étudier, peut atteindre ainsi une vitesse de 75 kilomètres à l'heure en 80 mètres.

rails. D'autre part, les moteurs de traction, fonctionnant en générateurs, concourent aussi au freinage. Si, pour une raison quelconque, le système à air comprimé avait une défaillance, un poids, déclenché automatiquement, viendrait, par l'intermédiaire d'un jeu de leviers, exercer sur les sabots des freins le même effort que l'air comprimé. Enfin, 20 mètres avant l'extrémité du bassin, un câble, tendu en travers, est relié par des poulies à des tendeurs en caoutchouc de 70 centimètres carrés de section et de 9 mètres de long, de sorte que le chariot, venant accrocher le câble, est soumis à un effort croissant au fur et à mesure qu'il avance. Un sabot empêche le chariot d'être renvoyé en arrière après l'arrêt.

Cette installation est utilisée principalement pour l'étude des coques et des flotteurs d'hydravions ; mais elle sert également pour celle des hydroglisseurs et, d'une manière générale, toutes les fois que la composante verticale des efforts qui s'exercent sur une coque atteint une fraction appréciable de son poids. Le problème, en effet, se complique à cause du déjaugage qui diminue la surface en contact avec l'eau et, par conséquent, la résistance due au frottement. Avec les hydroglisseurs, comme avec les hydravions, la poussée verticale est, aux grandes vitesses, de l'ordre du poids de l'appareil.

Comment on étudie la cavitation au tunnel hydrodynamique

C'est en 1893 que l'ingénieur français Jacques-Augustin Normand analysa, pour la première fois, le phénomène, encore obscur aujourd'hui, de la cavitation, dans un mémoire présenté à l'Association technique maritime. On avait pu constater, en effet, qu'en augmentant progressivement la vitesse de rotation d'une hélice, il arrivait un moment où, bien que la puissance développée par les machines continuât à croître — ce qui est parfaitement normal — le rendement de l'ensemble de l'appareil moteur baissait considérablement, ce qui se traduisait, en pratique, par une notable perte de vitesse. Cette perte de vitesse, sur des bâtiments que, précisément, on voulait rapides, s'accompagnait de vibra-

tions fort gênantes, en même temps que l'on constatait une véritable destruction mécanique du métal même du propulseur.

Il n'est pas possible, en pratique, d'utiliser, pour étudier la cavitation, la méthode habituelle d'essai des maquettes d'hélices au bassin, telle que nous l'avons décrite plus haut. Pour qu'elle se produise, en effet, dans

ces conditions, il faudrait faire tourner le modèle à très grande vitesse, et il n'est plus possible de transposer les résultats en vraie grandeur. L'application stricte des lois de la similitude mécanique montre, d'ailleurs, dans quel sens il convient de modifier les conditions de l'expérience.

Prenons, par exemple, l'hélice d'un navire, dont l'axe se trouve à une profondeur de 5 mètres et supposons que nous en construisions un modèle au $1/30^e$. La pression de fonctionnement de l'hélice en vraie grandeur est, évaluée en hauteur de la colonne d'eau

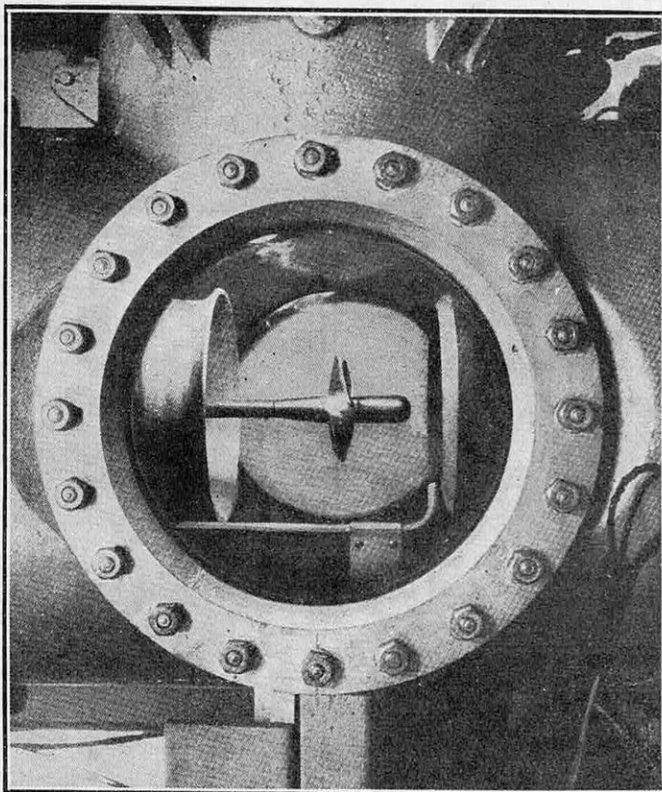


FIG. 8. — COMMENT ON ÉTUDIE LE PHÉNOMÈNE DE LA CAVITATION DES HÉLICES, AU BASSIN D'ESSAIS DES CARÈNES DE WASHINGTON (ÉTATS-UNIS)

A travers le hublot ménagé dans la paroi du tunnel hydrodynamique à pression variable, on peut observer la maquette d'hélice placée dans le courant d'eau. La moindre apparition de bulles gazeuses marque le début de la cavitation. Le sens du courant d'eau est de la droite vers la gauche.

équivalente, de 5 mètres plus 10 mètres, — correspondant approximativement à la pression atmosphérique, — soit 15 mètres d'eau au total. Au bassin d'essais, il est pratiquement impossible d'immerger la maquette à moins de 0 m 20 de profondeur, et la pression à laquelle elle est soumise est donc, au moins, de 10 m 20 d'eau, — puisque la pression atmosphérique est restée la même — soit, environ, les deux tiers de la valeur précédente. Or, les lois de la similitude mécanique exigent que la pression soit, elle aussi,

réduite au 1/30^e, c'est-à-dire à 0 m 50 de hauteur d'eau, ce qu'il est impossible de réaliser à l'air libre.

Aussi, l'étude expérimentale de la cavitation des hélices exige-t-elle l'emploi de tunnels hydrodynamiques, — par analogie avec les tunnels aérodynamiques des laboratoires aéronautiques, — où l'on puisse faire varier à volonté la pression. La maquette à étudier est placée dans un courant d'eau circulant, en circuit fermé, à une vitesse variable, dans un gros tube annulaire étanche où l'on peut réaliser un vide très poussé.

De telles installations ont été réalisées, par exemple, aux bassins d'essais de Washington et de Hambourg. Le tunnel est disposé verticalement. Dans la branche supérieure est placée la maquette à étudier, visible généralement à travers une glace scellée dans la paroi du tunnel et qui permet, le cas échéant, de la photographier. Dans la branche inférieure se trouve l'hélice motrice, qui engendre le courant d'eau ; elle fonctionne à une pression plus élevée que la maquette à étudier, de sorte que, ainsi, se trouve éliminé le risque de voir se produire le phénomène de la cavitation sur cette dernière.

Le tunnel hydrodynamique de Hambourg est construit sur ce principe, mais avec une légère modification. Pour que la cavitation se produise avec une hélice de profil donné, il faut que la dépression qui se fait sentir sur ses faces, par suite de l'écartement des filets du liquide en leur voisinage, atteigne une valeur suffisamment grande pour que l'eau commence à se vaporiser. On peut favoriser cette vaporisation, soit en faisant un vide partiel dans le tunnel, soit en élevant la température de l'eau, soit en employant les deux procédés à la fois.

C'est cette dernière solution qui a été adoptée à Hambourg, tout au moins dans les cas où le vide à réaliser dans le tunnel serait trop poussé. Pour cela, la branche inférieure horizontale du tunnel est entourée d'un manchon dans lequel circule de l'eau chaude.

La forme générale du tunnel est rectangulaire et ses dimensions, mesurées de l'axe d'une branche à l'autre, sont de 5 mètres de hauteur pour 6 mètres de largeur.

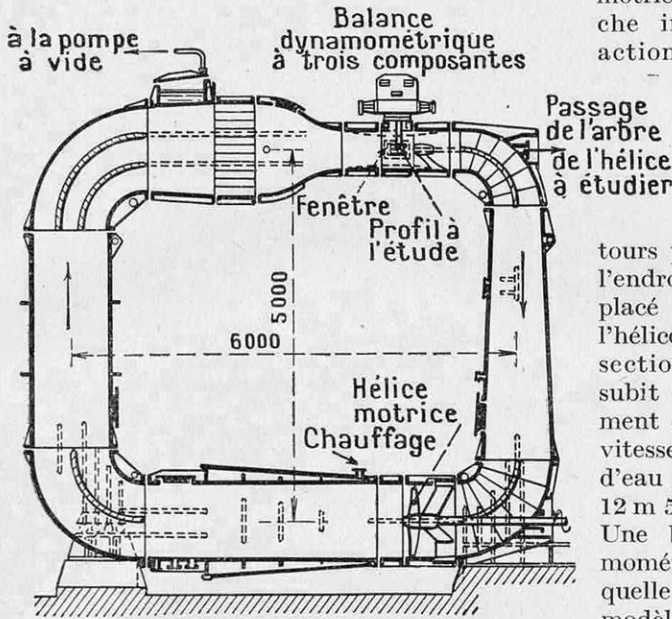


FIG. 9. — SCHÉMA DU TUNNEL HYDRODYNAMIQUE A PRESSION ET A TEMPÉRATURE VARIABLES DU BASSIN D'ESSAIS DES CARÈNES DE HAMBOURG (ALLEMAGNE)

Ce dispositif, avec lequel l'eau circule dans le sens des aiguilles d'une montre, sert aussi bien à l'étude des simples profils qu'à celle des hélices complètes en réduction. La température de l'eau peut être modifiée, grâce à un dispositif de chauffage de l'eau disposé sur la branche inférieure du circuit.

motrice de la branche inférieure est actionnée par un moteur à courant continu de 120 ch pouvant tourner à 820

tours par minute. A l'endroit où se trouve placé le profil ou l'hélice à étudier, la section du tunnel subit un rétrécissement dans lequel la vitesse du courant d'eau peut atteindre 12 m 50 par seconde. Une balance dynamométrique, à laquelle sont fixés les modèles, indique les composantes des efforts auxquels ils sont soumis suivant trois directions rectangulaires.

Remarquons que cette méthode d'étude des hélices est, en quelque sorte, l'inverse de la méthode ordinaire de

Froude, où l'hélice se meut au sein du liquide immobile, tandis qu'ici, c'est l'hélice qui est immobile dans un courant d'eau.

Lorsqu'on observe une maquette d'hélice à travers la glace du tunnel hydrodynamique, on constate, à partir d'une certaine vitesse du courant d'eau, la présence d'un panache brillant formé de petites bulles gazeuses tourbillonnantes, dont le nombre va en croissant avec la vitesse du courant et qui peuvent ainsi arriver à cacher complètement certains modèles. Il est, d'ailleurs, assez souvent facile d'observer un début de cavitation, peu gênant en pratique, en regardant du haut du pont d'un navire les extrémités des

pales de l'hélice, pendant un démarrage. Ce sont, au contraire, les cavités qui prennent naissance sur les faces et, surtout, sur le dos des pales qui provoquent une diminution considérable dans le rendement de l'hélice.

La cavitation peut être fortement amplifiée par la présence d'irrégularités sur la surface du métal. Or, les hélices, par suite précisément de la cavitation, subissent une érosion très importante ; par conséquent, pour celles qui y sont sujettes, le mal va en empirant, si l'on n'y porte remède.

de ces laboratoires d'architecture navale ne se borne évidemment pas là. Tous les détails de construction, toutes les propriétés, qualités ou défauts, d'une carène peuvent faire, aujourd'hui, l'objet de recherches expérimentales à échelle réduite. Aussi, bien qu'il semble que les résultats acquis jusqu'à présent puissent, dans bien des cas, dispenser de nouvelles études, n'est-il pas étonnant de voir le nombre des problèmes posés aux bassins d'essais aller tous les jours en croissant. Il faut bien avouer que, malgré toutes les recherches théoriques sur la mécanique

EMPLACEMENTS	DATE DE LA CRÉATION	LONGUEUR	LARGEUR	PROFONDEUR
		Mètres	Mètres	Mètres
<i>Dumbarton</i> (Grande-Bretagne)	1882	84	7,90	3,05
<i>Petrograd</i> (Russie)	1887	114	6,64	
<i>La Spezia</i> (Italie)	1889	144	6	3
<i>Washington</i> (Etats-Unis)	1898	117	13	4,50
<i>Bremerhaven</i> (Allemagne)	1900	145	6	3,20
<i>Berlin</i> (Allemagne)	1902	146	10,50	3,50
<i>Paris</i> (France)	1905	135	10	4
<i>Teddington</i> (Grande-Bretagne)	1911	168	9,15	3,75
<i>Hambourg</i> (Allemagne)	1913	185	16	6,75
<i>Vienne</i> (Autriche)	1916	180	10	5,25
<i>Rome</i> (Italie)	1930	275	12,50	6,30
<i>Hambourg</i> (Allemagne) (1)	1931	322	5	2,50
<i>Teddington</i> (Grande-Bretagne) (2)	1932	207	6,10	
<i>Wegeningen</i> (Hollande)	1932	161	10,40	5,50

(1) Bassin spécial pour les essais à grande vitesse.
(2) La profondeur de ce bassin est de 2 m. 75 sur 141 mètres de long et de 0 m. 60 sur 54 mètres, avec un plan incliné de 11 mètres de long raccordant les deux sections.

TABLEAU DES PRINCIPAUX BASSINS DES CARÈNES DANS LE MONDE

Toutes les parties immergées de la coque du navire peuvent donner lieu, d'ailleurs, à ce phénomène, joints mal raccordés, étais divers, coquilles de condenseurs, etc., et il est probable que ce sont toutes ces irrégularités dans la structure de la carène qui prennent une part importante dans la production des vibrations pendant la marche, que l'on attribue généralement toutes au fonctionnement défectueux de l'hélice.

Nous avons passé en revue les principales tâches des bassins des carènes. Mais l'activité

des fluides (1), dont des pléiades de savants se sont efforcés de découvrir les lois, bien des points, et de première importance, restent encore mystérieux, dans le domaine si complexe de la propulsion des navires. Depuis soixante ans, cependant, un grand pas a été fait, grâce à William Froude, auquel revient le mérite d'avoir donné des bases scientifiques aux recherches expérimentales concernant l'architecture navale, qui ont abouti aux belles réalisations modernes.

J. BODÉT.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 190, page 269.

L'Algérie est la meilleure cliente de la métropole : alors qu'un Anglais achète annuellement pour 150 francs de marchandises à la France, un Allemand 75 francs, un Américain du Nord 30 francs seulement, un Algérien dépense 1.000 francs. Dans de telles conditions, il aurait été injuste et maladroit de restreindre les droits de notre plus belle possession de l'Afrique du Nord au profit de certains intérêts de provinces françaises du Midi !

LA MARINE JAPONAISE ET LA MAITRISE DU PACIFIQUE

Par L. LABOUREUR

CAPITAINE DE CORVETTE (R.)

La situation géographique de l'empire du Soleil-Levant est tout à fait comparable à celle de l'Angleterre. Puissance insulaire, son existence, en temps de guerre, dépend de deux facteurs essentiels : son ravitaillement par mer, la protection de ce ravitaillement. C'est tout le problème de la marine de commerce et de la marine de guerre. Cela suffit à expliquer la suractivité actuelle déployée par le Japon en vue de développer ces deux marines. En ce qui concerne la marine de commerce, le Japon est passé, depuis 1914, du septième rang au troisième dans le classement par tonnage des principales marines du monde. En ce qui concerne la flotte de guerre japonaise, quelque peu vieillie, les accords de Washington ne lui ont accordé qu'un tonnage égal aux trois cinquièmes de celui de la Grande-Bretagne et des Etats-Unis. Aussi Tokio exerce-t-il tous ses efforts en vue d'obtenir une amélioration considérable de ce coefficient. Après avoir revendiqué le droit à un tonnage égal aux sept dixièmes de celui des Etats-Unis, il réclame aujourd'hui la parité navale complète avec la flotte américaine ! Si elle lui était accordée, il n'est pas douteux que, grâce à sa situation géographique avantaagée par rapport à celle des Etats-Unis (ceux-ci ayant à faire front à la fois sur les côtes de l'Atlantique et du Pacifique), le Japon, maître incontesté du Pacifique, y imposerait son pavillon.

Coup d'œil sur le développement de la marine de commerce japonaise

EN 1914, la marine de commerce japonaise ne tenait, avec 1.700.000 tonnes que le sixième rang dans les flottes mondiales. Elle atteint la troisième place, en 1919, puis de 1919 à 1927 elle traverse, comme les autres marines, une période de crise pour reprendre un nouvel essor en 1928.

Elle se lance alors dans la construction de navires à moteurs Diesel et, malgré quelques vicissitudes depuis cette époque, la flotte commerciale du Japon se maintient la troisième du monde, avec un tonnage global de plus de 4 millions de tonnes réparties entre onze compagnies de navigation touchant tous les points du globe.

A cet organe, assurant la prospérité du pays en temps de paix et sa sécurité en temps de guerre, il faut une protection : la flotte de combat.

Comment a évolué la flotte de combat japonaise

Très fière de ses victoires au Yalu (1895) contre la flotte chinoise, et à Tsushima (1905) contre la flotte russe, la marine japonaise s'était senti naître l'orgueil d'égaliser les plus grandes flottes de guerre du monde.

Mais celles-ci « veillaient au grain », et le Japon dut subir, comme nous, les accords de Washington et suivants, et accepter pour lui le coefficient 3, alors que les Etats-Unis avaient, comme l'Angleterre, le coefficient 5. Le

Japon encaisse d'ailleurs difficilement cette situation et tâche d'obtenir les coefficients 10 et 7, ce qui augmenterait sa flotte d'un dixième, soit environ 50.000 tonnes.

Le tableau 1 indique les tonnages globaux ne devant pas être dépassés au 1^{er} janvier 1936.

Les tonnages globaux des bâtiments en service le 1^{er} janvier 1933 et les tonnages

UNITÉS	ÉTATS-UNIS	JAPON
	Tonnes	Tonnes
Flotte de ligne (cuirassés et croiseurs de bataille).....	525.000	315.000
Croiseurs de 1 ^{re} classe	206.800	108.400
Croiseurs de 2 ^e classe	75.900	100.450
Contre-torpilleurs et torpilleurs.....	273.360	105.000
Sous-marins.....	80.680	52.700
Porte-aéronefs.....	91.300	81.000

TABLEAU 1. — TONNAGES GLOBAUX DES ÉTATS-UNIS ET DU JAPON NE DEVANT PAS ÊTRE DÉPASSÉS AU 1^{er} JANVIER 1936

globaux des bâtiments en construction le 1^{er} janvier 1933 sont indiqués dans les tableaux 2 et 3.

Les tonnages devront naturellement être réduits, s'il y a lieu, avant le 1^{er} janvier 1936 aux chiffres du premier tableau par déclassement, dans chaque catégorie, des bâtiments hors d'âge (les limites d'âge sont fixées par les accords nationaux).

Examinons maintenant quel parti les Japonais ont su tirer des possibilités qui leur ont été octroyées par les accords en vigueur.

La flotte de ligne japonaise

Elle se compose de 6 cuirassés et de 3 croiseurs de bataille. Sur les six cuirassés, quatre sont relativement anciens : 1^o *Fuso* (1914), *Yamahiro* (1915) de 29.330 tonnes, 40.000 ch, armés de 12 canons de 355 et 16 de 152, vitesse 22,5 nœuds ; 2^o *Ise* (1916), *Hyuga* (1917) de 29.990 tonnes, 45.000 ch, armés de 12 canons de 355 et 20 de 140, vitesse 23,3 nœuds.

Ces quatre bâtiments ont été refondus et modernisés, notamment par l'augmentation de la protection horizontale.

Les deux cuirassés modernes ayant profité des enseignements de la bataille du Jutland sont : *Nagato* (1919) et *Mutsu* (1920) de 32.720 tonnes, 46.000 ch, armés de 8 canons de 406 et 20 de 140, vitesse, 23,5 nœuds.

Cette forte escadre cuirassée est complétée des trois croiseurs de bataille : *Kongo*, *Haruma*, *Kirishumia* (1913) de 29.000 tonnes, 80.000 ch, armés de 8 canons de 355 et 16 de 152, vitesse 26 nœuds. Ces trois cuirassés ont été refondus de 1924 à 1931 par une augmentation de la protection et de la portée de l'artillerie principale — et sont actuellement tout à fait modernisés. (A noter qu'un quatrième croiseur, le *Higée*, a dû être sacrifié comme bâtiment école en ratification du traité de Londres).

A cette solide ossature de la flotte de

combat japonaise, les Etats-Unis peuvent, il est vrai, opposer 15 bâtiments de ligne, et aligneraient en face des 72 canons de 355 et des 15 canons de 406 japonais : 12 canons de 305, 124 canons de 356 et 24 canons de 406. C'est évidemment une belle parade, d'autant plus que les Etats-Unis ont, eux aussi, modernisé leurs bâtiments de ligne assez anciens, à part leurs trois *Maryland*. On sait qu'ils avaient d'abord adopté la propulsion électrique, c'est-à-dire par une usine centrale alimentant des moteurs électriques placés très à l'arrière. Ils avaient ainsi l'avantage de diminuer la longueur des arbres de couche, mais devant le mauvais rendement obtenu,

les Américains sont revenus comme les autres marines aux turbines à vapeur.

La flotte de ligne américaine est donc très supérieure comme tonnage et comme bordée à la flotte de ligne japonaise. Celle-ci a, toutefois, l'avantage de la vitesse : aucun des cuirassés américains n'atteint 22 nœuds, et les

trois croiseurs de bataille japonais de 26 nœuds constituent une masse de manœuvre fort appréciable en de bonnes mains.

Ne perdons pas de vue, en outre, la nécessité de concentration de la flotte américaine par le canal de Panama pour faire front dans le Pacifique à la flotte japonaise toujours concentrée de par sa situation géographique.

Les croiseurs de 1^{re} classe

(armés de canons de calibre supérieur à 155 $\frac{m}{m}$)

Dans cette catégorie, le Japon possède, avec deux bâtiments très anciens, huit grands croiseurs de 10.000 tonnes très récents (le dernier, le *Chokai* a été lancé en avril 1932). Ces bâtiments de 130.000 ch, armés de 10 canons de 203 millimètres et très protégés contre les armes sous-marines, ont une vitesse de 33 nœuds. En outre, le Japon, suivant seul cette voie, a armé de canons de 203, 4 croiseurs de 7.000 tonnes (type

UNITÉS	Nombre	ÉTATS-UNIS		JAPON	
		Tonnes		Tonnes	
Bâtiments de ligne .	15	455.400	9	272.270	
Croiseurs	21	170.750	33	208.855	
Torpilleurs	237	254.780	90	105.260	
Sous-marins	81	67.000	54	65.480	
Porte-aéronefs	3	77.500	3	61.270	

UNITÉS	Nombre	ÉTATS-UNIS		JAPON	
		Tonnes		Tonnes	
Bâtiments de ligne .	0		0		
Croiseurs	5	50.000	2	17.000	
Torpilleurs	8	12.000	6	10.200	
Sous-marins	2	2.260	2	2.800	
Porte-aéronefs	1	13.800	1	7.600	

TABLEAUX 2 ET 3. — TONNAGES GLOBAUX DES ÉTATS-UNIS ET DU JAPON : EN SERVICE AU 1^{er} JANVIER 1933 ; EN CONSTRUCTION A CETTE MÊME DATE

Furutaka et *Aoba*), vitesse 33 nœuds.

Les croiseurs de 10.000 tonnes type *Nachi* et *Chokai* sont certainement les mieux armés du monde : 10 canons de 203 millimètres, 4 à 6 canons de 120, 8 à 12 tubes lance-torpilles, 4 avions. Comme, par surcroît, leur protection est très sérieuse, ils sont généralement considérés comme des merveilles en matière de construction navale.

A ces douze croiseurs de première classe, les Etats-Unis peuvent opposer actuellement 15 bâtiments de 10.000 tonnes (voir *La*

Les croiseurs de 2^e classe (armés d'un calibre inférieur ou égal à 155 $\frac{m}{m}$)

Le Japon possède actuellement 14 croiseurs de deuxième classe de 5.000 tonnes armés de 7 canons de 140, chiffre devant être porté à 19, les derniers avec un tonnage de 8.500 tonnes. Il est assez curieux, à ce sujet, de constater le changement d'école japonaise passant des croiseurs de 7.000 tonnes armés de 6 canons de 203 à des croiseurs de 8.500 tonnes armés de 15 canons de 127.

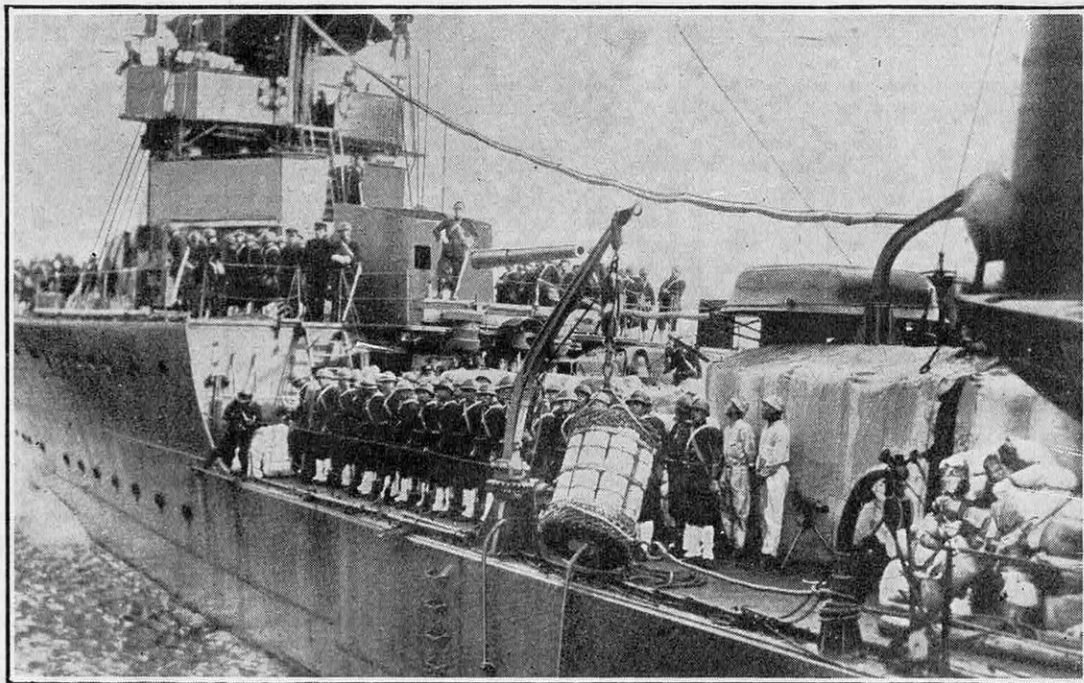


FIG. 1. — LE NAVIRE « IDZUMO » AFFECTÉ A L'ÉCOLE D'APPLICATION DES ASPIRANTS JAPONAIS (IL DATE DE 1899)

Science et la Vie du 1^{er} avril 1933) armés de 10 ou 9 canons de 203, 8 de 127, 6 tubes lance-torpilles, 4 avions, vitesse 33 nœuds.

Ces bâtiments type *Indianapolis* valent-ils les *Chokai*? Il est permis d'en douter. Sans parler des défauts que la presse maritime a signalés chez ce type de croiseurs, il est certain qu'un armement de 10 canons de 203 en 5 tourelles doubles est non seulement plus puissant mais encore moins vulnérable qu'un armement de 9 canons de 203 en 3 tourelles triples.

Bref, si les Etats-Unis l'emportent par le nombre en profitant du droit que leur confèrent les accords internationaux, il y a tout lieu de croire que les Japonais l'emportent dans cette catégorie de croiseurs de première classe par une remarquable qualité.

Les Etats-Unis n'ont actuellement que 10 croiseurs de 2^e classe plus 2 en projet. C'est évidemment peu devant les prochains 19 bâtiments légers japonais. D'où, sans doute, la réaction, en Amérique, d'utiliser une forte partie du tonnage restant disponible, 130.000 tonnes à la construction d'un grand nombre de croiseurs (13 ou 14) armés de 12 canons de 152 millimètres. Réplique évidente aux 8.500 tonnes japonaises en construction (*Mogami*, *Mimuka*) et désir impérieux de ne se laisser dépasser dans aucune catégorie.

Les contre-torpilleurs et torpilleurs

La flottille japonaise se compose de 63 torpilleurs de première classe, dont 36 postérieurs à 1925, plus 6 en construction

et 9 autres autorisés, et de 30 torpilleurs de deuxième classe, soit, au total, 108 unités de ces types de bâtiments.

Ici, les Etats-Unis ont une supériorité numérique écrasante avec leurs 237 torpilleurs en service au 1^{er} janvier 1933, qui doivent être augmentés des 8 en construction et des 4 autorisés, soit 249 unités.

Mais, en y regardant de plus près, on constate que les torpilleurs américains sont assez vieux ; les plus jeunes sont de 1920

Les sous-marins

La flottille sous-marine japonaise comprend, au 1^{er} janvier 1933 : 54 unités en service, 2 de 1.400 tonnes en construction et 7 de 1.200 tonnes en projet.

La flottille américaine comprend : 81 unités en service et 2 de 1.100 tonnes en construction.

Parmi les sous-marins japonais, 5 sous-marins de croisière de 2.000 tonnes et

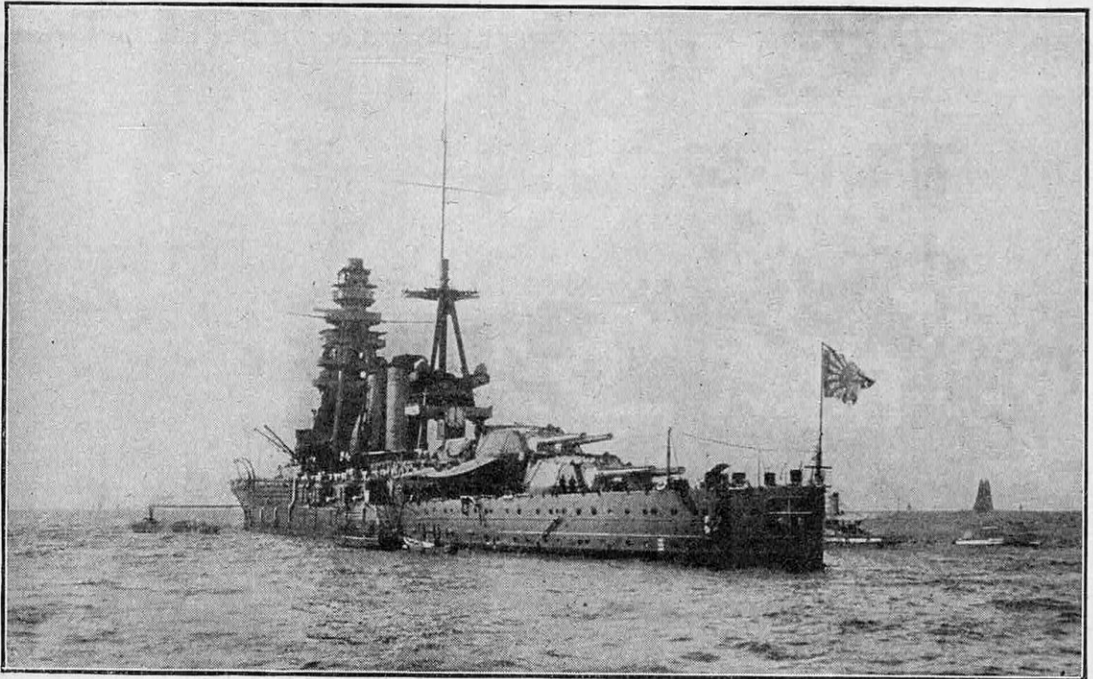


FIG. 2. — LE « MUTSU », CUIRASSÉ JAPONAIS MODERNE DE 32.720 TONNES

Mû par des turbines à engrenages de 46.000 ch, ce cuirassé est cependant peu rapide (23,5 nœuds, soit 43 kilomètres à l'heure). Il est chauffé à la fois au charbon et au mazout. Fortement cuirassé, il possède un armement puissant et notamment huit canons de 406 portant à 32.000 mètres.

et 223 d'entre eux sont déjà hors d'âge.

Le Japon, au contraire, a 36 torpilleurs postérieurs à 1925. Les 24 dernières unités de la classe *Fubuki* sont les plus puissants torpilleurs du monde. Caractéristiques : longueur, 112 mètres ; tonnage, 1.700 tonnes ; puissance, 50.000 ch ; vitesse, 35 nœuds ; armement, 6 canons de 126 et 9 tubes lance-torpilles de 533 millimètres. L'étude de la protection contre les gaz de combat y est très poussée.

Les Américains, dont les torpilleurs les mieux armés ne portent que 4 canons de 102, n'ont rien à opposer à cette belle flottille récente et leur supériorité numérique n'est, à tout prendre, qu'un trompe-l'œil qui se révélerait lors d'un combat.

15 autres de 1.600 tonnes ont un rayon d'action considérable, qui leur permet de traverser le Pacifique aller et retour ; 4 d'entre eux portent un petit hydravion de reconnaissance.

Les Etats-Unis leur opposent 9 sous-marins de croisière, dont 3 de 2.700 tonnes et 3 de 2.000 tonnes munis aussi d'un hydravion ; ils possèdent également un très grand rayon d'action.

On sent, de part et d'autre, l'influence des grandes étendues du Pacifique. Seuls les Etats-Unis ont un ravitailleur de sous-marins, le *Hollande* (1923), de 11.500 tonnes, qui, basé sur les îles Hawaï, peut être un relais précieux pour les opérations de la flottille américaine dans le grand océan,

Les porte-avions

La nécessité d'explorer de grands espaces a dirigé les deux marines riveraines du Pacifique vers la construction de bâtiments porte-aéronefs.

Le Japon en possède 4 d'un tonnage total de 69.000 tonnes, dont 2, le *Hosko* et le *Rynjo*, sont munis de stabilisateurs. Ils peuvent porter en tout 200 avions environ.

Les Etats-Unis ont également 4 porte-aéronefs, d'une capacité totale de 250 appareils environ : 2 d'entre eux, le *Lexington* et le *Saratoga*, de 33.000 tonnes, sont les plus grands porte-avions du monde.

demment d'avoir un personnel tout à fait d'élite.

Aperçu stratégique sur le Pacifique

Quel peut être le rôle de la marine japonaise ?

L'Empire du Soleil Levant et ses positions d'outre-mer constituent un tout bien concentré, à lignes de communications courtes, se prêtant admirablement à la défensive sur mer, toutes forces réunies.

Les Etats-Unis, pour protéger leur côte du Pacifique contre une attaque par surprise, disposent bien de quelques bases avancées : les îles Aléoutiennes, les îles

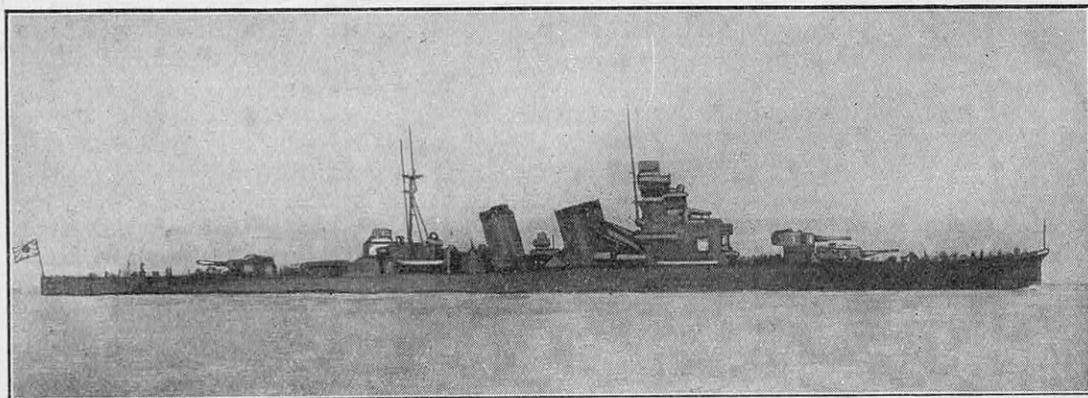


FIG. 3. — LE CROISEUR JAPONAIS « AOKI » DE 7.100 TONNES

Les 100.000 ch de sa machinerie lui donnent une vitesse de 33 nœuds (61 kilomètres à l'heure). Il est chauffé au charbon et au mazout. L'Aoki appartient à la série la plus récente des croiseurs légers japonais. Comme le Kinugasa, le Kako, le Furutaka, il est armé de six canons de 20 centimètres.

Le personnel japonais

Chose curieuse, la marine nippone compte plus de personnel que la marine américaine.

Effectif global du Japon : 89.459 officiers et hommes.

Effectif global des Etats-Unis : 88.728 officiers et hommes pour des tonnages dans le rapport de 3 à 5.

Les accords internationaux, qui ont limité le matériel, n'ont pas pensé au personnel. D'où, sans aucun doute, l'idée du Japon de constituer une forte réserve, soit pour parer aux pertes, soit pour armer rapidement des navires de commerce ou des bâtiments de guerre désarmés.

Ajoutons que ce personnel, résultat d'une forte et intelligente propagande, est entièrement sélectionné, tant pour les équipages que pour les officiers. En 1932, pour 150 places à l'Ecole Navale, il y eut plus de 4.500 candidats, soit 1 sur 30 (chez nous environ 1 sur 10. Un tel choix permet évi-

Hawai, Guam et, enfin, les Philippines, mais les distances sont tellement grandes, comme on peut le voir sur le croquis de la page 210, que ces points, très faciles à tourner, ne constituent pas une protection sérieuse.

Au contraire, les Japonais pourraient facilement attaquer les Philippines, dont ils ne sont qu'à 1.200 milles marins, avec par surcroît, la baie de Pescadores, qui n'est plus qu'à 600 milles de Manille.

Les Philippines perdues, les Américains ne disposeraient plus d'aucune base pour menacer les lignes de communications japonaises et n'auraient plus d'autre ressource que de s'emparer de vive force d'une des îles du Soleil Levant ou d'installer une base sur le littoral chinois. Pour ces opérations, le relais des îles Hawai est pour eux de première importance. C'est le point stratégique du Pacifique à peu près à égale distance de l'Amérique et du Japon. C'est pourquoi les grandes manœuvres navales américaines pivotent généralement autour de cet ob-

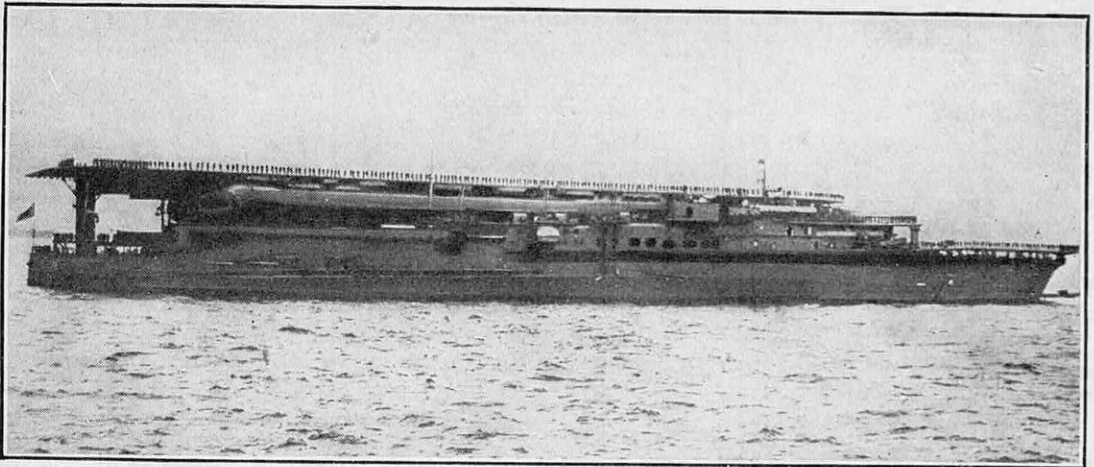


FIG. 4. — LE NAVIRE PORTE-AVIONS JAPONAIS « KAGA » DANS LA BAIE DE KOBÉ, PENDANT LES GRANDES MANŒUVRES NAVALES

Ce navire de 26.900 tonnes, chauffé au mazout, est muni d'une puissante machinerie de 91.000 ch qui lui donne une vitesse de 23 nœuds. Il est armé de 10 pièces de 203 mm, de 12 canons antiaériens de 120 et de 11 mitrailleuses. Il a remplacé l'Amagi, détruit par le tremblement de terre de 1923.

jectif. Les îles Hawaï prennent encore plus d'importance stratégique si l'on considère qu'elles pourraient constituer une base de départ pour des opérations offensives vers le canal de Panama, dont le libre usage est primordial pour les Etats-Unis.

Ce canal coupé les mettrait, en effet, dans l'impossibilité de concentrer rapidement leurs flottes de l'Atlantique et du Pacifique, et, ainsi que nous l'avons vu, la flotte japonaise est très supérieure à la moitié de la flotte américaine.

Cette menace n'est certainement pas étrangère au projet des Etats-Unis de doubler le canal de Panama en perçant une deuxième voie maritime à travers l'Amérique centrale.

Bref, la flotte japonaise, composée en majeure partie d'éléments jeunes, dotée d'un personnel de tout premier ordre est d'abord

parfaitement concentrée pour la défense des territoires et des lignes de communications de l'Empire du Soleil Levant. Les opérations offensives pourraient viser d'abord les Philippines, ensuite les Hawaï, puis Panama et la côte Est des Etats-Unis.

Ceux-ci seraient, évidemment, tentés d'aller menacer les lignes de communications nippones, car, contre un empire insulaire, une telle offensive peut contenir le secret de la victoire. La conservation des Philippines est dans ce but d'intérêt capital.

Mais, pour de semblables opérations, il faut avoir les jambes longues. N'est-ce pas là la clef de cette politique de construction de croiseurs si âprement poursuivie par les Américains, et que nous avons exposée dans notre numéro d'avril ?

L. LABOUREUR.

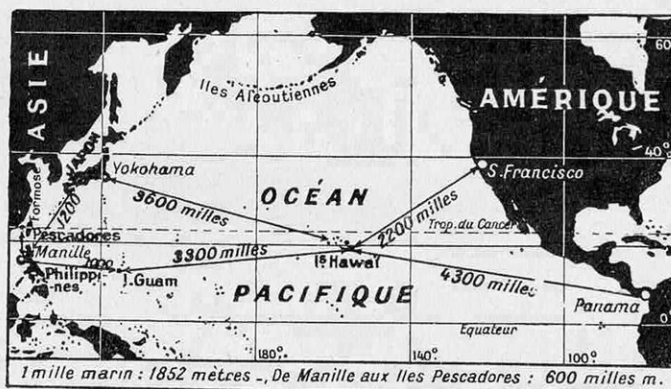


FIG. 5. — CARTE MONTRANT LA SITUATION DU JAPON ET DES ÉTATS-UNIS DANS LE PACIFIQUE

Une revue véritablement d'actualité scientifique est celle qui prend racine dans le passé et se prolonge dans l'avenir.

VOICI

LE MANOGRAPHE PHOTOCATHODIQUE :

IL REND APPARENT LE FONCTIONNEMENT INTERNE DES MOTEURS

Par Jean LABADIÉ

Chaque type de moteur thermique alternatif (à piston) (machine à vapeur, moteur à explosions, moteur Diesel, etc.) est caractérisé, tant au point de vue fonctionnement qu'au point de vue rendement, par un « cycle », c'est-à-dire par un diagramme, donnant à tout instant la pression de l'agent moteur (vapeur ou gaz de combustion) en fonction du volume qu'il occupe. Le tracé de ce cycle est donc d'une importance capitale. Il présente de très grandes difficultés au point de vue pratique. En effet, il s'agit de suivre des variations de pression qui, dans les moteurs rapides d'aujourd'hui, se renouvellent périodiquement près de cent fois à la seconde et plus ! Pour la première fois, grâce au manographe photocathodique, nouvellement mis au point, ce problème est aujourd'hui résolu avec la plus grande précision. Cet ingénieux instrument de laboratoire permettra donc, désormais, au technicien de contrôler les recherches — si minutieuses et si patientes — poursuivies dans tous les pays pour améliorer le rendement.

Nous allons décrire un procédé technique d'une rare élégance et dont la réussite résoud l'un des problèmes les plus difficiles qui s'imposent à l'attention des constructeurs de moteurs à explosion.

Les machines thermiques qui procèdent par mouvement alternatif d'un piston dans un cylindre, travaillent sous l'expansion d'un fluide, soit la vapeur, soit les gaz d'une combustion ou d'une explosion.

Il s'ensuit une variation périodique du volume occupé par les gaz agissant sur le piston. Cette variation volumétrique est, d'autre part, concomitante d'une variation de la pression affectant ces mêmes gaz.

La connaissance, à tout instant, des variations de la pression en fonction des variations simultanées du volume occupé par les gaz dans le cylindre est d'un intérêt capital pour le constructeur, puisque c'est le produit de ces deux variations, qui, à tout instant de la course du piston, mesure le travail de celui-ci sur l'arbre moteur.

Si la pression des gaz demeurait constante tout le long de la course du piston, le travail accompli dans un aller et retour se mesurerait simplement en multipliant le volume du cylindre par la pression considérée. Si l'on porte sur un plan à deux axes de coordonnées la valeur de la pression et celle du volume (constamment proportionnel à la course du piston), il est facile de se rendre

compte que, dans ce cas, la mesure du travail, défini comme il vient d'être dit, apparaît comme l'aire d'un rectangle. C'est la forme la plus élémentaire du diagramme classique inventé par James Watt pour mesurer le travail des machines alternatives. Le contour du rectangle est censé parcouru (dans un cycle correspondant à l'aller et retour du piston) par un « point figuratif » dont chaque position est déterminée, à chaque instant, par les valeurs concomitantes de la pression et du volume. Mais il est évident qu'une machine aussi sommaire suppose une « admission » du fluide moteur qui durerait tout le temps de la course motrice et un « échappement » qui durerait également durant tout le temps de la course d'expulsion. Or, les machines réelles (même la machine à vapeur) utilisent le retard à l'admission et l'avance à l'échappement, ce qui suffirait à empêcher la pression de demeurer constante pendant le cycle. Mais encore les moteurs à explosion (et ceux à combustion interne) ont à tenir compte du phénomène de l'allumage. En sorte que la surface du graphique de Watt, correspondant au travail des gaz, devient d'un contour extrêmement compliqué en ce qui les concerne.

Il est bien évident que le constructeur doit s'efforcer de déterminer ce graphique avec la plus grande précision, s'il veut analyser en toute rigueur, point par point, le travail

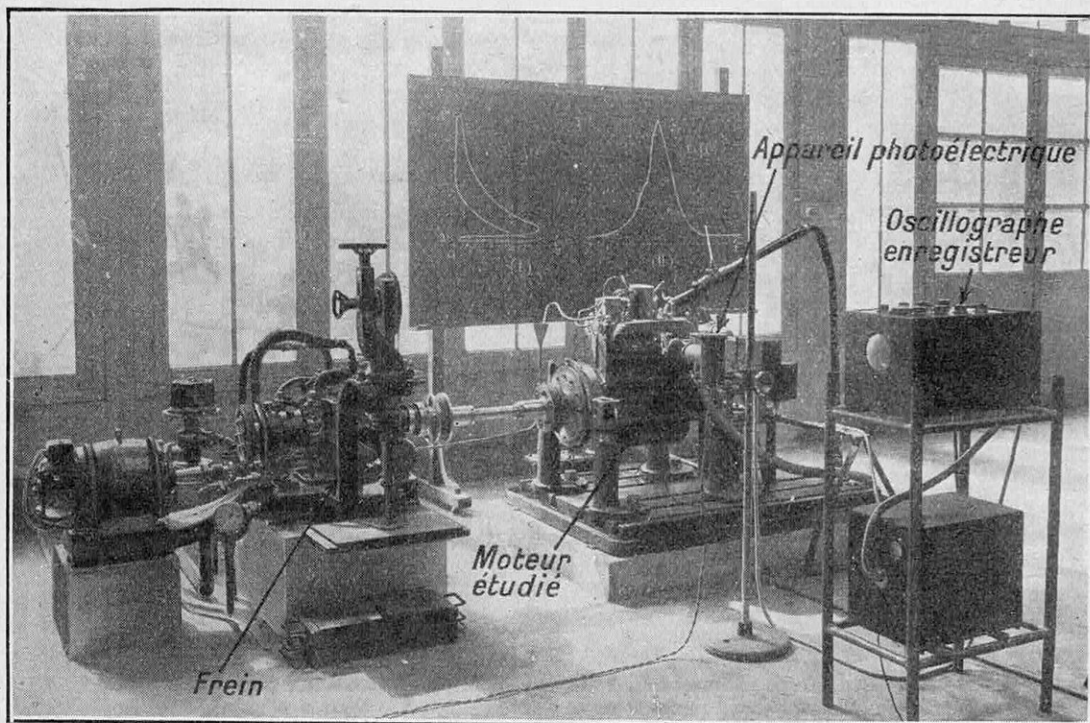


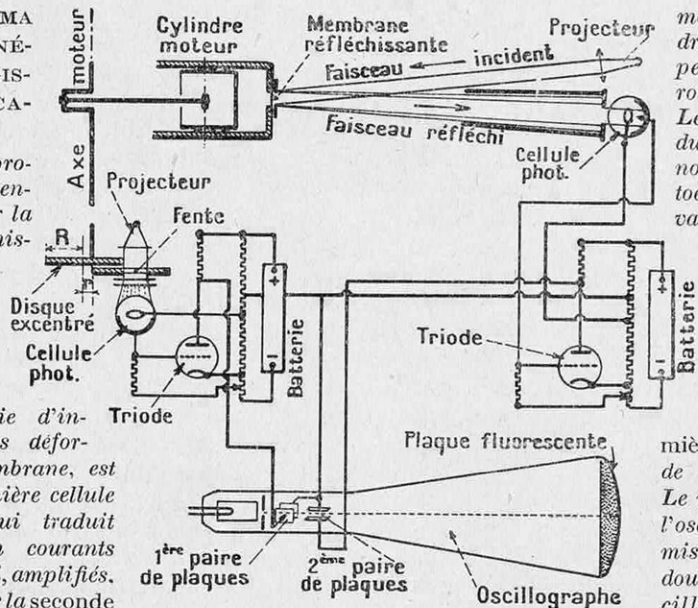
FIG. 1. — L'INSTALLATION GÉNÉRALE DU MANOGRAPHE PHOTOCATHODIQUE LABARTHE

Le moteur étudié porte une bougie à membrane élastique réfléchissante qui reçoit le rayon projecteur et le renvoie sur la cellule photoélectrique qui, grâce à lui, enregistre les variations de pression à l'intérieur du cylindre. Ces variations, conjuguées avec celles du volume (enregistrées par une seconde cellule — voir plus loin), sont enregistrées par l'oscillographe, qui traduit leur résultante en fournissant finalement le diagramme du travail dans le cylindre (voir plus loin).

FIG. 2. — SCHEMA DU MONTAGE GÉNÉRAL DE L'ENREGISTREUR PHOTOCATHODIQUE

1° Un premier projecteur (en haut) envoie son rayon sur la membrane réfléchissante, qui enregistre, par son élasticité, les variations de pression du cylindre moteur. Le rayon réfléchi, qui varie d'intensité suivant les déformations de la membrane, est reçu par une première cellule photoélectrique, qui traduit ces variations en courants électriques. Ceux-ci, amplifiés, vont impressionner la seconde

paire de plaques de l'oscillographe. — 2° Un second projecteur (au centre gauche) éclaire une fente qu'obture périodiquement un excentrique lié au vilebrequin, ce qui fait varier l'intensité de son faisceau proportionnellement au volume des gaz



moteurs dans le cylindre (volume qui dépend évidemment de la rotation du moteur). Le faisceau ainsi modulé est reçu par une nouvelle cellule photoélectrique, dont les variations de courant traduisent, par conséquent, les variations de volume. Ce nouveau courant modulé est conduit, après amplification par triode, à la première

paire de plaques de l'oscillographe. — Le rayon cathodique de l'oscillographe est soumis, de la sorte, à un double mouvement oscillant proportionnel

aux variations de pression et aux variations de volume. Son point d'impact, sur la plaque fluorescente de l'oscillographe, y trace finalement la courbe résultante de ces deux variations, laquelle n'est autre que le diagramme du travail du moteur.

de l'engin ; s'il veut, en un mot, prendre possession de la physiologie la plus secrète du moteur. C'est ce problème que vient de résoudre, avec une perfection qui ne saurait être dépassée de longtemps, M. Labarthe, assistant de la chaire de mécanique physique de la Faculté des Sciences de Paris.

Pour mesurer le travail cyclique des moteurs : de l'indicateur de Watt aux manographes optiques

La difficulté résidait dans l'extrême vitesse à laquelle évoluent les pressions dans le cylindre d'un moteur à explosion lorsqu'il tourne à plus de 1.800 tours.

Tant que les moteurs ne dépassaient pas ce régime, il a suffi, pour suivre l'évolution des pressions du cycle moteur, d'appliquer au cylindre des « manographes » qui, de modèles différents, dérivèrent tous de l'ancien « indicateur » de Watt. Nous ne rappelons que pour acquit de conscience le fonctionnement de cet appareil universellement connu.

Le premier modèle créé par Watt en 1814, avec la collaboration de son adjoint Southern, consistait en un petit piston traceur (équilibré par un ressort) qui, placé dans un cylindre communiquant avec le cylindre moteur, jouait le rôle d'un simple manographe montant et descendant, suivant une amplitude proportionnelle à la pression subie. Les pressions sont donc marquées, de la sorte, *suivant une échelle verticale*.

Perpendiculairement à cette échelle, Southern fit mouvoir, dans un va-et-vient rigoureusement lié à celui de la machine (par l'intermédiaire d'un excentrique sur l'arbre moteur), une planchette supportant une feuille de papier. La composition des deux

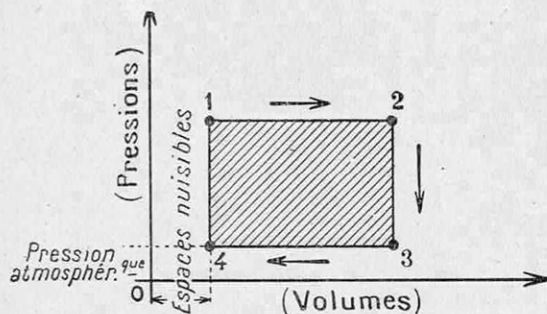


FIG. 3. — PRINCIPE DU DIAGRAMME DE TRAVAIL DES GAZ MOTEURS

Si l'on imagine un gaz qui se détend en travaillant, son travail se mesure par le produit du volume acquis par son expansion et de la variation de pression que celle-ci a nécessité. Les deux variations simultanées de pression et de volume portées sur un graphique forment donc un rectangle, dont l'aire est la mesure élémentaire du travail considéré.

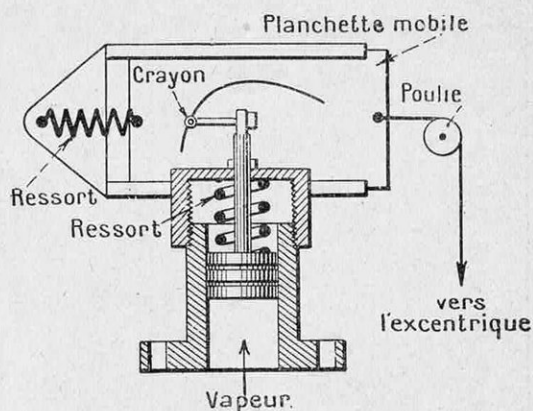


FIG. 4. — L'APPAREIL PRIMITIF AVEC LEQUEL JAMES WATT APPLIQUAIT LE PRINCIPE CIDESSUS A LA MESURE DU TRAVAIL A SA MACHINE A VAPEUR

Une planchette, portant une feuille de papier, se meut alternativement, dans le sens horizontal, en liaison par un excentrique avec le va-et-vient du piston. Cette oscillation suit donc exactement les variations du volume occupé, à tout instant, par la vapeur dans le cylindre. D'autre part, un piston auxiliaire, soumis aux variations de pression de la vapeur, écrit, dans le sens vertical, ces variations sur le même papier. La composition de ces deux mouvements se traduit par une courbe fermée, dont l'aire mesure le travail pendant un cycle moteur.

mouvements — le vertical (indiquant les pressions) et l'horizontal (indiquant les volumes successivement occupés par le fluide dans le cylindre) — réalisait mathématiquement le diagramme du travail de la machine (dont Clapeyron fit la théorie et qui porte son nom). Cet appareil, aussi ingénieux que sommaire, était excellent pour analyser le travail d'une machine tournant à raison de un tour par huit secondes.

Dès que la vitesse de rotation s'accrut, il fallut trouver autre chose. C'est alors qu'apparut le *cylindre inscripteur* tournant de façon continue, au lieu et place de la planchette actionnée en mouvement alternatif.

La vitesse croissant encore, il fallut tendre le ressort du piston-inscripteur de manière à lui permettre de suivre élastiquement les alternances des pressions variant à plus haute fréquence, en raison du va-et-vient plus rapide du piston. Mais, alors, l'amplitude de la course du piston traceur se trouvait réduite. On amplifia son tracé au moyen d'un *pantographe*. Ainsi le diagramme de Clapeyron put continuer d'être prélevé directement, même sur les moteurs relativement rapides, c'est-à-dire tournant jusqu'à 1.800 tours par minute.

Mais, de nos jours, certains moteurs tour-

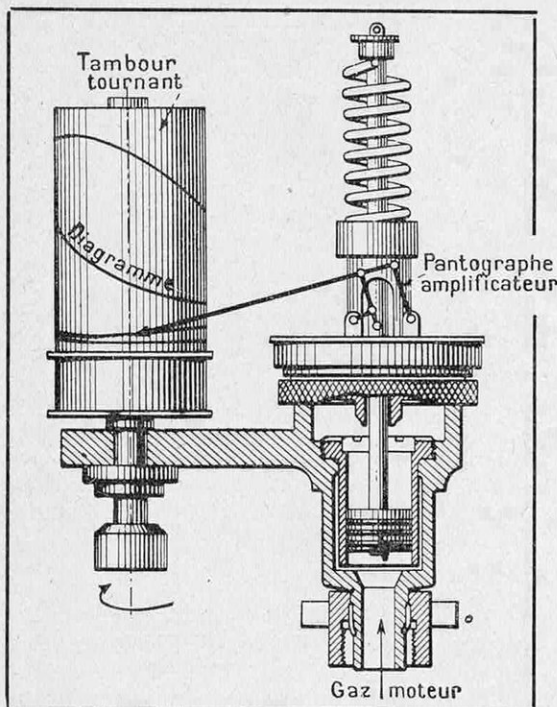


FIG. 5. — UN PREMIER PERFECTIONNEMENT DE L'INDICATEUR DE WATT

Quand les variations de pression sont rapides, le système de Watt ne peut suivre le rythme du cycle. On réduit alors l'amplitude du piston auxiliaire chargé de les enregistrer; on amplifie ses indications au moyen d'un pantographe. D'autre part, le va-et-vient de la planchette supportant le graphique est remplacé par un cylindre tournant en synchronisme avec le va-et-vient du piston.

ment à 150 tours par seconde et davantage. L'appareil d'investigation des pressions ne pouvait suivre ce rythme qu'en se perfectionnant encore. On imagina alors d'utiliser « un levier optique » — c'est-à-dire un pinceau lumineux projeté sur un miroir qui oscille sous la poussée du piston mobile ou de la membrane, suivant une amplitude aussi grande qu'on veut, si on prend suffisamment long le rayon réfléchi. Celui-ci, tombant sur une feuille sensible, y inscrit le diagramme des pressions.

Suivant le mouvement qu'on imprime à la feuille sensible, on obtient une courbe où la pression est développée en fonction du temps ou en fonction des courses du piston moteur. Si l'entraînement périodique de la feuille sensible s'effectue par un mouvement d'horlogerie (ou un diapason), on a la courbe des pressions en fonction du temps. Mais, si on reçoit le pinceau lumineux sur un second miroir oscillant lié au va-et-vient du piston moteur, il suffit que ce second miroir oscille

autour d'un axe perpendiculaire à celui du premier pour que l'extrémité (le spot) du rayon réfléchi trace, sur la feuille sensible demeurée immobile, le diagramme de Clapeyron par composition des deux mouvements oscillants.

Tel est, à l'heure présente, le principe des manographes-indicateurs d'usage industriel.

On ne peut pas dire que la question soit résolue.

Les recherches les plus modernes : les indicateurs électriques

Quelle que soit la forme particulière de réalisation des manographes optiques, leur principe n'a pas permis de supprimer complètement les inconvénients dus à l'inertie ou au frottement des pièces oscillantes ou à l'amortissement variable de leurs oscillations.

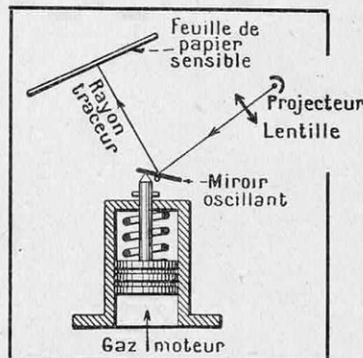
La substitution d'une membrane déformable au piston mobile, ne présente de gros avantages qu'à la condition d'offrir une épaisseur suffisante pour élever la fréquence de ses vibrations naturelles et les rendre incommensurables avec le rythme de la variation des pressions (afin d'éviter tout battement). Il faudrait encore pouvoir assurer la constance des vibrations élastiques de cette membrane par un contrôle rigoureux de sa température — condition difficile à remplir si elle est épaisse.

La commande du miroir oscillant présente également quelques difficultés.

L'élimination des vibrations du bâti du moteur (qui interviennent en se composant avec celles du levier optique) constitue un nouveau problème difficile à résoudre.

FIG. 6. — LE « LEVIER OPTIQUE » NÉCESSAIRE A L'ADAPTATION DE L'INDICATEUR DE WATT AUX MOTEURS MODERNES

Les alternances des moteurs à explosion sont encore trop rapides pour que l'indicateur à pantographe (schéma précédent) puisse les suivre. On a imaginé de réduire encore les amplitudes du piston auxiliaire enregistreur des pressions, quitte à les amplifier par le jeu d'un faisceau lumineux qu'un miroir oscillant, lié à ce piston, réfléchit sur une feuille de papier, sensible à la lumière. Cette feuille est soumise à des déplacements synchrones des variations de volume.



à pantographe (schéma précédent) puisse les suivre. On a imaginé de réduire encore les amplitudes du piston auxiliaire enregistreur des pressions, quitte à les amplifier par le jeu d'un faisceau lumineux qu'un miroir oscillant, lié à ce piston, réfléchit sur une feuille de papier, sensible à la lumière. Cette feuille est soumise à des déplacements synchrones des variations de volume.

La membrane doit être « ondulée » (comme le couvercle d'une boîte barométrique) et non plane, si on veut que sa déformation soit linéairement proportionnelle à la pression subie. Sinon le tracé automatique du diagramme sera inexact et demandera à être rectifié.

Le problème restait donc posé : *il n'existait pas encore d'indicateur sans inertie, capable de relever le diagramme d'un moteur jusqu'à 10.000 tours par minute.*

Les ingénieurs se sont tournés vers l'électricité, qui est vraiment le seul procédé commode de transmission d'énergie sans inertie.

Mais, pour faire un indicateur utilisant la transmission électrique, il faut d'abord trouver un phénomène transformant une *variation de pression en variation de courant.*

Un de ces phénomènes est celui de la *piézo-électricité* : en comprimant un cristal de quartz suivant une direction convenable, on fait apparaître des charges électriques sur les faces perpendiculaires à cette direction. Il suffit alors d'amplifier le courant résultant, au moyen d'un galvanomètre oscillographe, et la courbe de ce courant n'est autre que celle des pressions subies en fonction du temps. Mais il y a de gros inconvénients à ce système : le quartz subit les vibrations du moteur, ce qui amène des oscillations électriques parasites ; de plus, le quartz est « visqueux » du point de vue électrique ; il ne perd pas la charge électrique assez rapidement.

Un autre moyen d'enregistrer des variations de pression par courant électrique serait d'enregistrer des variations de *résistance de*

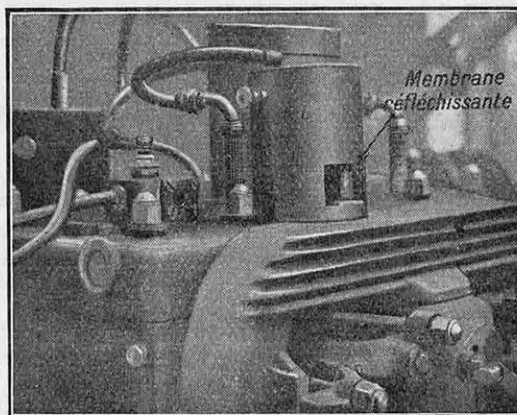


FIG. 8. — SITUATION DE LA MEMBRANE RÉFLÉCHISSANTE SUR UN SIMPLE « TROU DE BOUGIE » PRATIQUÉ AU-DESSUS DU CYLINDRE DU MOTEUR EXPÉRIMENTÉ

contact sous l'influence de cette pression (principe du microphone). Une rondelle de carbone, placée sur l'une des branches d'un pont de Wheastone, permet d'obtenir une modulation de courant correspondant à celle de la pression dans le cylindre moteur. Les services de l'aéronautique allemande ont utilisé ce système ; il ne donne aucun bon résultat au delà de 2.000 tours-minute.

Une troisième façon de construire un manographe électrique sera d'enregistrer les modifications de la capacité d'un condensateur dont les armatures peuvent se rapprocher sous l'action de la pression motrice. L'une des armatures est isolée ; l'autre est une membrane en communication avec le cylindre. Ce principe exige des précautions d'isolement infinies quant aux conducteurs chargés de porter les variations de charge électrostatiques aux appareils de mesure. Réalisé par M. Labarthe lui-même au laboratoire de mécanique de la Faculté des Sciences, pour l'étude spéciale de la combustion dans le Diesel, son auteur a bientôt vu qu'il fallait offrir un instrument plus pratique aux industriels de l'automobile.

Et voici sa solution, dont on peut dire qu'elle résout totalement le problème dont nous venons de mesurer l'importance et la difficulté. On verra avec quelle ingéniosité l'inventeur a surmonté toutes les difficultés que nous avons signalées, grâce au manographe photocathodique.

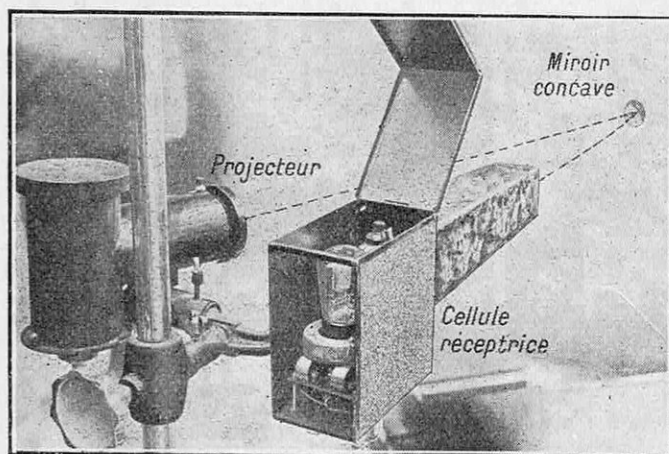


FIG. 7. — DÉTAIL DE L'ENREGISTREMENT DES PRESSIONS DANS L'OSCILLOGRAPHE LABARTHE

On voit ici le trajet du rayon lumineux enregistreur des pressions. Il part du projecteur, se réfléchit sur la membrane élastique réfléchissante et retourne à la cellule enregistreuse.

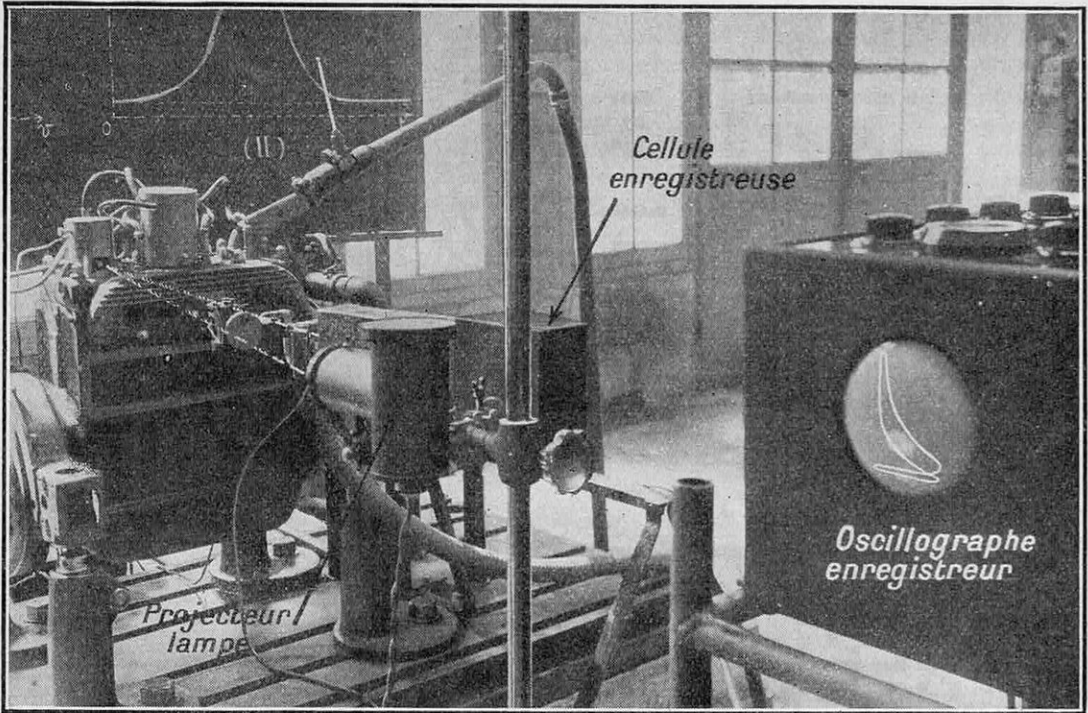


FIG. 9. — MONTAGE D'ENSEMBLE DE L'ENREGISTREMENT PHOTOÉLECTRIQUE DES PRESSIONS
A droite, sur le voyant de l'oscillographe enregistreur, le diagramme de travail (courbe des pressions en fonction des volumes) apparaît en un trait lumineux continu (grâce à la persistance rétinienne).

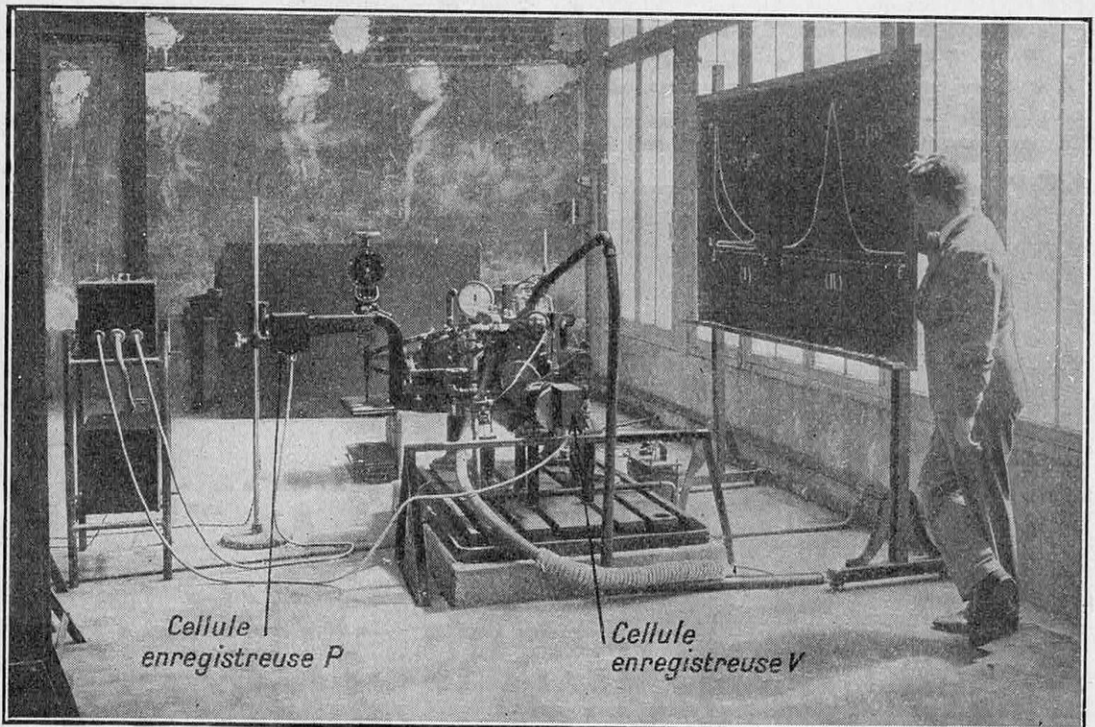


FIG. 10. — DÉTAIL MONTRANT LES POSITIONS RESPECTIVES DES DEUX CELLULES ENREGISTREUSES DES PRESSIONS P ET DES VOLUMES V DANS LE DISPOSITIF DE M. LABARTHÉ

Le manographe « photocathodique »

M. Labarthe voulut réunir les avantages de l'inscription optique tout en éliminant ses inconvénients. Au lieu de demander le tracé du diagramme à un pinceau lumineux oscillant dans l'espace, il le demande à un faisceau de lumière géométriquement stable, mais variant d'intensité en fonction de la pression motrice.

Une membrane d'acier chromé et nickelée, formant, par conséquent, un miroir, est vissée par un trou de bougie sur la paroi même de la chambre d'explosion du moteur. Sous l'effet des pressions internes du cylindre, la membrane-miroir se déforme plus au moins. Si on projette sur elle un faisceau lumineux, l'intensité de la lumière renvoyée est fonction de cette déformation (plus la membrane miroir sera bombée par l'effet pression et plus le faisceau réfléchi sera dispersé, dilué). Un œil assez sensible pour suivre ces variations d'intensité lumineuse verrait par là même les variations de pression subies par le moteur. Cet œil existe et n'est autre que la cellule photoélectrique.

Le faisceau réfléchi par le minuscule miroir-membrane est donc reçu, dans le manographe Labarthe, sur une cellule dont le courant amplifié est livré aux deux plaques d'un condensateur régissant un « oscillographe cathodique ». On connaît le principe de cet appareil : un faisceau d'électrons (rayons cathodiques) passant entre deux plaques dont les charges électriques « oscillent », se trouve lui-même soumis à des déviations périodiques dans l'espace. Celles-ci s'enregistrent par la *luminescence* produite par l'impact du faisceau d'électrons sur un

écran au sulfure de zinc. Le graphique des oscillations électriques se matérialise, de la sorte, par un circuit lumineux extrêmement précis. Ce montage, appliqué au manographe Labarthe, suffit, par conséquent, à enregistrer les variations des pressions, d'après les variations d'intensité lumineuse traduites en variation de courant sur la cellule.

Ceci étant acquis, il devient facile de composer ces variations de pression avec celles du volume des gaz dans le cylindre. Pour cela, M. Labarthe installe, sur l'arbre moteur, un disque excentré qui obture progressivement et découvre de même (à chaque tour), une fente à travers laquelle passe un faisceau lumineux. Celui-ci frappe également une cellule photoélectrique. Il est évident que le flux lumineux reçu par la cellule dépend, à chaque instant, de la position angulaire du disque excentré. Et comme, d'autre part, la rotation de celui-ci est rigoureusement synchrone du mouvement alternatif du piston, chacune de ses positions angulaires mesure donc le volume occupé par les gaz à l'intérieur du cylindre, au moment considéré. La

cellule photoélectrique reçoit donc, en définitive, un flux de lumière constamment proportionnel à ce volume.

Son courant photoélectrique *amplifié* est branché sur une seconde paire d'armatures de l'oscillographe cathodique, disposées perpendiculairement à celles dont nous avons pris connaissance. Le faisceau d'électrons de l'oscillographe subit, de ce fait, une déviation périodique concomitante de la variation volumétrique. Et les deux oscillations du rayon cathodique traceur se composent pour donner finalement le diagramme de Clapeyron.

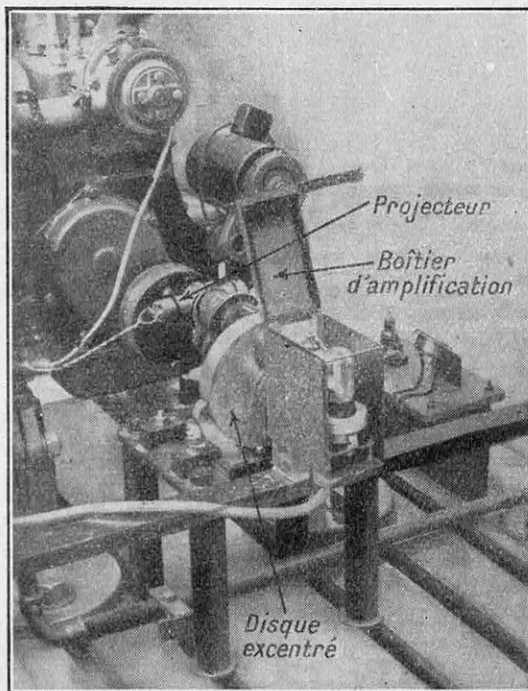


FIG. 11. — DÉTAIL MONTRANT LE DISPOSITIF ENREGISTREUR DES VOLUMES

Un disque excentré, placé en bout d'arbre, sert d'obturateur à section variable au projecteur chargé d'impressionner la cellule photoélectrique (placée dans le boîtier où l'on aperçoit également la triode amplificatrice). La rotation de cet obturateur périodique étant synchrone de celle même du moteur, les variations d'intensité qu'elle imprime au faisceau enregistreur sont exactement proportionnelles aux variations des volumes.

Celui-ci apparaît en un mince trait de feu sur l'écran lumineux de l'oscillographe avec une précision qui ne laisse rien à désirer.

Ainsi, l'ingénieur physicien a surmonté toutes les difficultés avec le minimum d'agencements mécaniques, grâce à deux cellules protoélectriques, l'une constituant ce qu'il dénomme « l'œil des pressions »; l'autre, « œil des volumes ».

L'extrême souplesse de l'investigation par le manographe Labarthe

Mais si le diagramme de Clapeyron (pression exprimée en fonction du volume des gaz évolutants) permet de déterminer le rendement organique du moteur et s'il constitue, par là, l'essentiel des graphiques, il est d'autres graphiques que le manographe Labarthe permet d'obtenir.

Décalons de 90° le disque obturateur excentré qui commande l'« œil des volumes ». Aussitôt le diagramme prend une forme nouvelle dans laquelle la partie du cycle correspondant à la « combustion » des gaz se trouve largement étalée. L'analyse spécifique du phénomène combustion en est facilitée.

Ce procédé de décalage peut d'ailleurs être assoupli : on peut décaler le diagramme non pas de 90°, mais progressivement de quelques degrés, de façon à étudier plus spécialement

telle ou telle région du cycle que l'on désire.

Le décalage peut mettre en évidence les régions du cycle correspondant à la « distribution » des gaz (admission et échappement). De ce fait, l'ingénieur a devant les yeux les répercussions de l'ouverture et de

la fermeture des deux espèces de soupapes sur le travail du moteur.

Veut-on étudier le phénomène de combustion en lui-même ? On supprime l'action de l'œil des volumes pour lui substituer une oscillation périodique marquant seulement le temps. Ce diagramme pression-temps est du plus haut intérêt pour l'étude des combustions en enceintes fermées.

La simple rotation d'un bouton, placé sur l'appareil récepteur, permet enfin à l'ingénieur d'observer simultanément plusieurs cycles de travail. Bien que

ceux-ci se succèdent dans le temps, l'effet de la persistance rétinienne offre leurs diagrammes superposés.

Les vibrations du bâti n'ont pas d'action sur les tracés optiques. Aucune pièce mécanique n'intervenant, aucun effet d'inertie ne peut non plus parasiter les diagrammes.

Enfin, ceux-ci peuvent être calqués, photographiés et cinématographiés en vue des mesures planimétriques.

JEAN LABADIÉ.

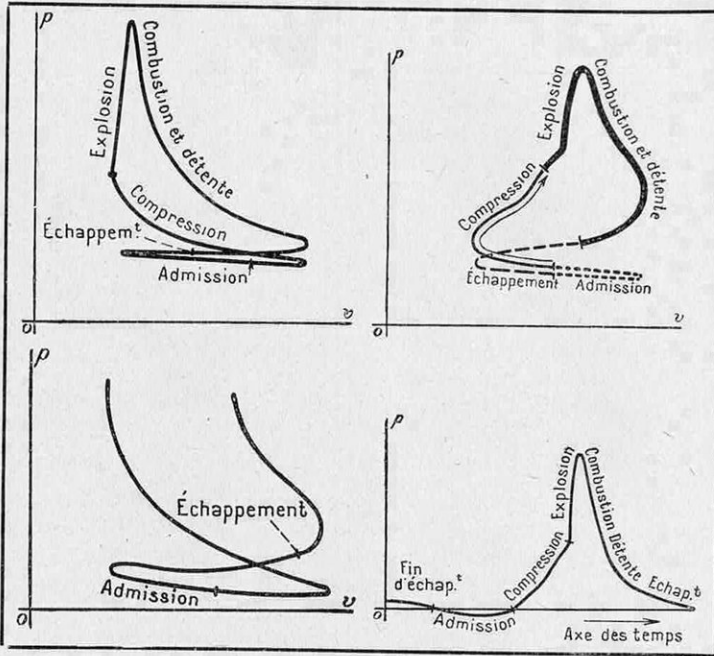


FIG. 12. — LES QUATRE GRAPHIQUES QUE PEUT FOURNIR LE MANOGRAPHE PHOTOCATHODIQUE LABARTHE

En haut, à gauche : le diagramme classique d'un moteur à explosion, avec les différentes phases du cycle. L'aire mesurant le travail se compte en retranchant de la surface englobée par la boucle supérieure de la courbe la surface englobée par la boucle inférieure, dite aire négative parce qu'elle correspond aux temps dans lesquels le moteur ne travaille pas, mais dépense de l'énergie à « aspirer » les gaz frais. Par simple décalage des deux enregistrements des pressions et des volumes, on étale à son gré le graphique dans les régions qui présentent un intérêt particulier. — En haut, à droite : le graphique, quand l'enregistreur des pressions et des volumes sont décalés de 90°. L'analyse du phénomène « combustion » se trouve facilitée. — En bas, à gauche : le décalage met en évidence la phase correspondant à l'admission des gaz. — En bas, à droite : une oscillation pendulaire ayant été substituée en abscisses, aux variations de volume, les variations de pression se trouvent étalées dans le temps suivant une courbe isolée. C'est un des graphiques les plus utiles à l'ingénieur.

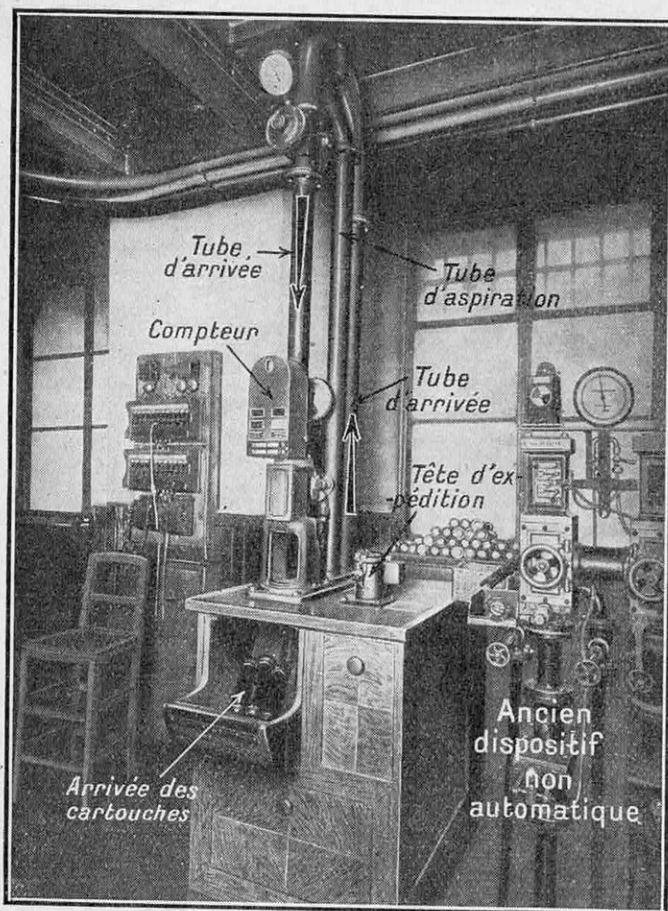


FIG. 2. — INSTALLATION « PNEUMATIQUE » DU BUREAU TERMINUS DE LA RUE DE LA BOURSE, A PARIS

Les cartouches arrivant par le tube vertical arrière retombent verticalement, par le tube placé à l'avant, dans l'aquet prévu à cet effet. La tête d'expédition est séparée. On voit, à droite, l'ancien dispositif non automatique du même bureau.

distants de 5.896 mètres, sont situés quatre bureaux intermédiaires qui, en partant de la Bourse, sont : rue Gluck, rue d'Amsterdam, rue Ballu, rue des Batignolles (voir carte fig. 1). L'installation comporte deux tubes de 65 millimètres reliant ces différents bureaux.

On sait que la marche des « curseurs » (cartouches dans lesquelles sont enfermées les correspondances) est assurée par aspiration dans les tubes. Chaque bureau extrême comporte donc un raréfacteur, et chaque bureau intermédiaire en comprend deux, puisqu'il doit pouvoir fonctionner dans les deux sens.

Le problème à résoudre est donc le suivant : un « curseur » envoyé par la rue Gluck destiné à la rue des Batignolles, par exemple, doit franchir sans arrêt et automatiquement les bureaux de la rue d'Ams-

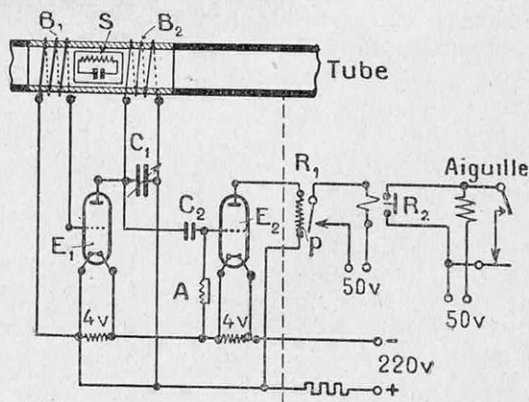
terdam et de la rue Ballu, et être arrêté au bureau des Batignolles.

A cet effet, chaque bureau intermédiaire est muni, sur chaque tube, d'une « tête d'expédition » et d'une « tête de réception » construites l'une au-dessus de l'autre (aux bureaux terminus de la ligne, ces têtes sont, au contraire, séparées).

Voici comment est conçu le dispositif d'aiguillage automatique. Il est basé sur l'action mutuelle entre deux circuits oscillants. Le « curseur » comporte donc un de ces circuits (capacité fixe, self-induction réglable). Un commutateur placé sous le culot du curseur permet de régler ce circuit sur une longueur d'onde donnée, celle précisément du circuit fixe installé au bureau où le « curseur » doit s'arrêter. A ce bureau, le tube pneumatique est entouré de deux bobines $B_1 B_2$ (fig. 3) assez éloignées pour

FIG. 3. — SCHÉMA DE MONTAGE DES CIRCUITS ASSURANT L'AIGUILLAGE AUTOMATIQUE DES CARTOUCHES

La cartouche arrive par le tube entouré de deux bobines $B_1 B_2$. La première attaque la grille de la lampe à trois électrodes E_1 , la seconde fait partie du circuit oscillant $B_2 C_1$. Lorsque la longueur d'onde du circuit oscillant S de la cartouche est réglée sur celle du bureau, le cou-



plage électromagnétique produit entre B_1 et B_2 donne une impulsion à la lampe E_1 , qui oscille. Elle rend, par le condensateur C_2 , la grille de la lampe E_2 négative et le relais R_1 est désexcité. La palette p tombe et ferme le circuit d'un relais R_2 qui actionne l'aiguille commandant l'éjection de la cartouche.

qu'elles n'aient normalement aucune action l'une sur l'autre. La bobine B_1 et le condensateur C_1 forment un circuit oscillant. Quant à B_2 , elle est reliée à la grille d'une lampe à trois électrodes E_1 . Si le circuit oscillant S du « curseur » n'est pas accordé sur celui du bureau récepteur, rien de particulier ne se produit et la cartouche poursuit son chemin. Mais si, au contraire, il y a accord entre les deux circuits oscillants, l'accouplement électromagnétique qui se produit entre B_1 et B_2 est suffisant pour que la lampe E_1 se mette à osciller. Ces oscillations transmises à la grille d'une deuxième lampe E_2 par l'intermédiaire d'un condensateur C_2 chargent négativement cette grille. Le courant filament-plaque de la lampe E_2 s'annule alors car la grille repousse les électrons émis par son filament et le relais R_1 est désexcité. La palette p vient sur son plot de repos et, ce faisant, ferme le circuit d'un autre relais R_2 . Celui-ci actionne l'aiguille du bureau et la cartouche est obligée de tomber dans le casier prévu à cet effet. Bien que l'impulsion reçue par la lampe E_1 ne dure que $1/500^e$ à $1/1.000^e$ de seconde, pour une vitesse de la cartouche de 15 à 20 mètres par seconde, l'effet se trouve cependant suffi-

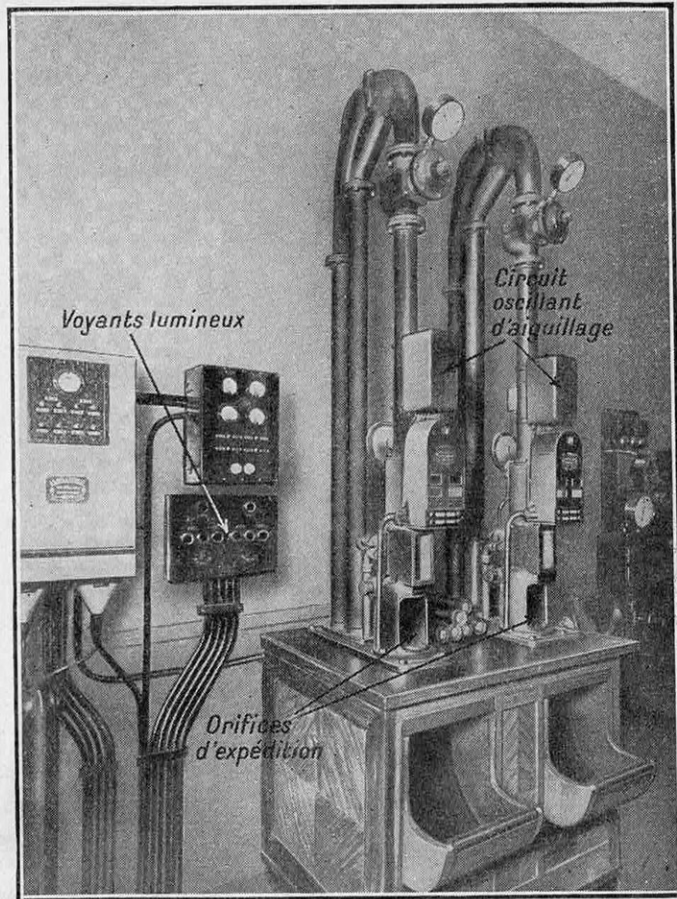


FIG. 5. — INSTALLATION A AIGUILLAGE RADIOÉLECTRIQUE DU BUREAU INTERMÉDIAIRE DE LA RUE D'AMSTERDAM

Dans cette installation double, le trajet des cartouches est le même qu'au bureau de la Bourse, pour chaque sens. Au-dessus des compteurs se trouvent les dispositifs automatiques qui, selon le cas, arrêtent les cartouches à ce bureau ou leur laissent poursuivre leur route.

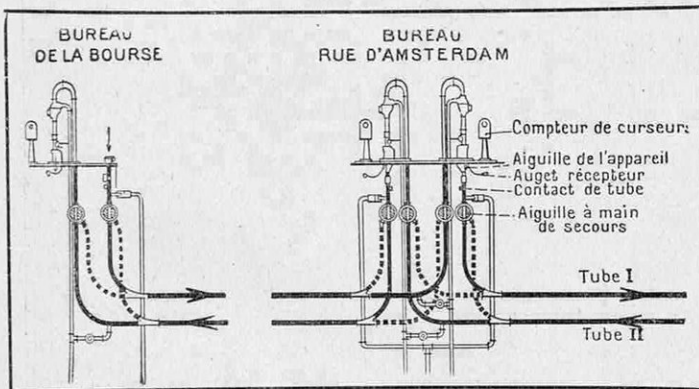


FIG. 4. — VUE SCHÉMATIQUE DE L'ENSEMBLE DE L'INSTALLATION ENTRE LE BUREAU DE LA BOURSE (TERMINUS) ET CELUI DE LA RUE D'AMSTERDAM (INTERMÉDIAIRE)

On remarque que les bureaux intermédiaires doivent être munis d'une double installation. En pointillé sont tracés les tubes de secours fonctionnant avec un système manuel d'aiguillage.

samment prolongé grâce à la résistance par laquelle s'écoule, en une demi-seconde environ, la charge négative de la grille de la lampe E_2 .

Ainsi, la cartouche partie du bureau de la rue Gluck et destinée à celui de la rue des Batignolles (et dont le circuit oscillant est réglé sur celui de ce dernier bureau) franchit sans encombre le bureau de la rue d'Amsterdam et celui de la rue Ballu, et s'arrête automatiquement au bureau destinataire.

On le voit, la solution est

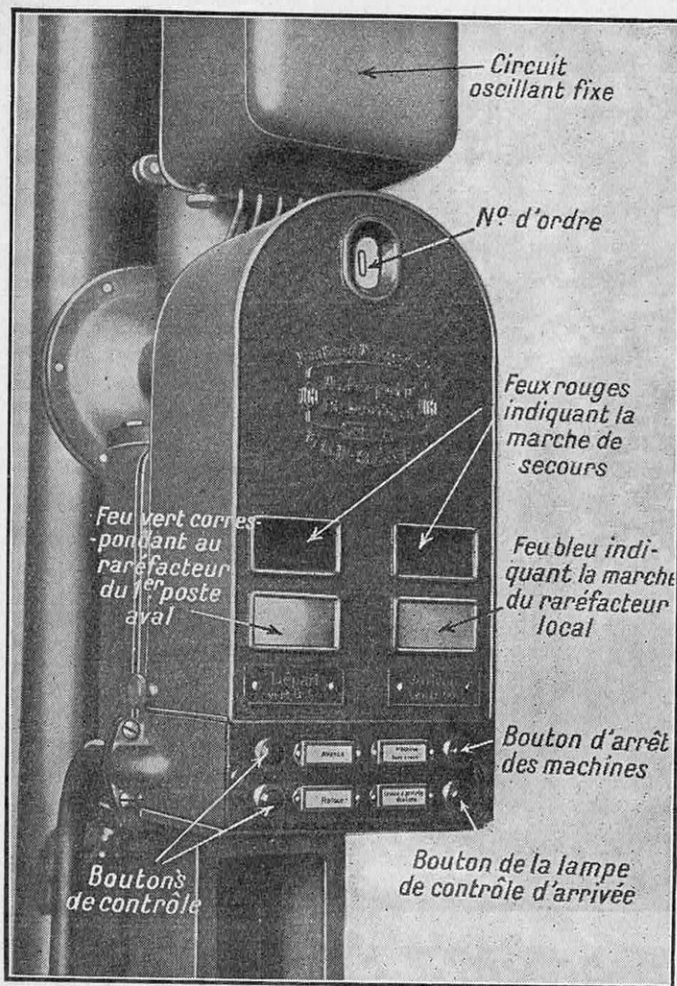


FIG. 6. — DÉTAIL DE L'APPAREIL COMPTANT AUTOMATIQUEMENT LES CARTOUCHES ET PERMETTANT LE CONTROLE DE LA MARCHE DES MACHINES

Non seulement le compteur enregistre le départ des cartouches, mais encore l'allumage de feux diversement colorés indique que les raréfacteurs, dont l'action assure l'aspiration des cartouches, sont en fonction. Leur marche et leur arrêt sont automatiquement commandés par des contacts électriques.

fort ingénieuse, ne fait appel à aucun contact mécanique, n'exige qu'un nombre de relais réduit et un câblage peu compliqué.

Signalons encore qu'un dispositif de blocage électrique fonctionne pendant dix à vingt secondes après le départ d'un « curseur », de sorte que le suivant ne peut être expédié que lorsque le premier a franchi de 150 à 200 mètres.

Voyons maintenant comment fonctionne l'ensemble de l'installation de cette nouvelle ligne.

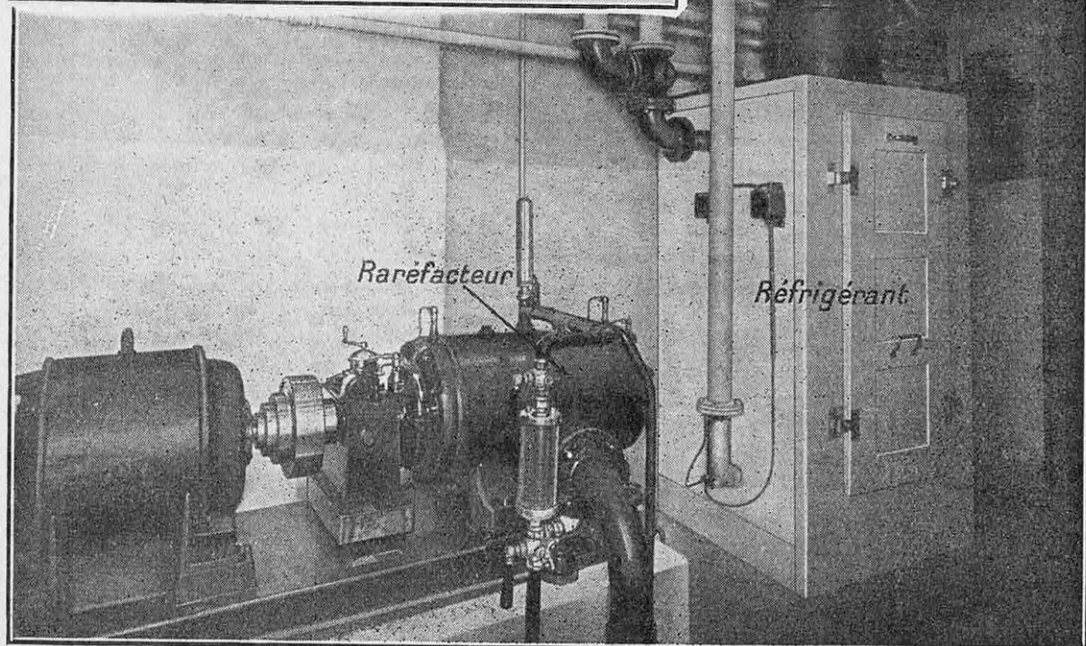


FIG. 7. — SALLE DES MACHINES DU BUREAU TERMINUS DE LA RUE DE LA BOURSE

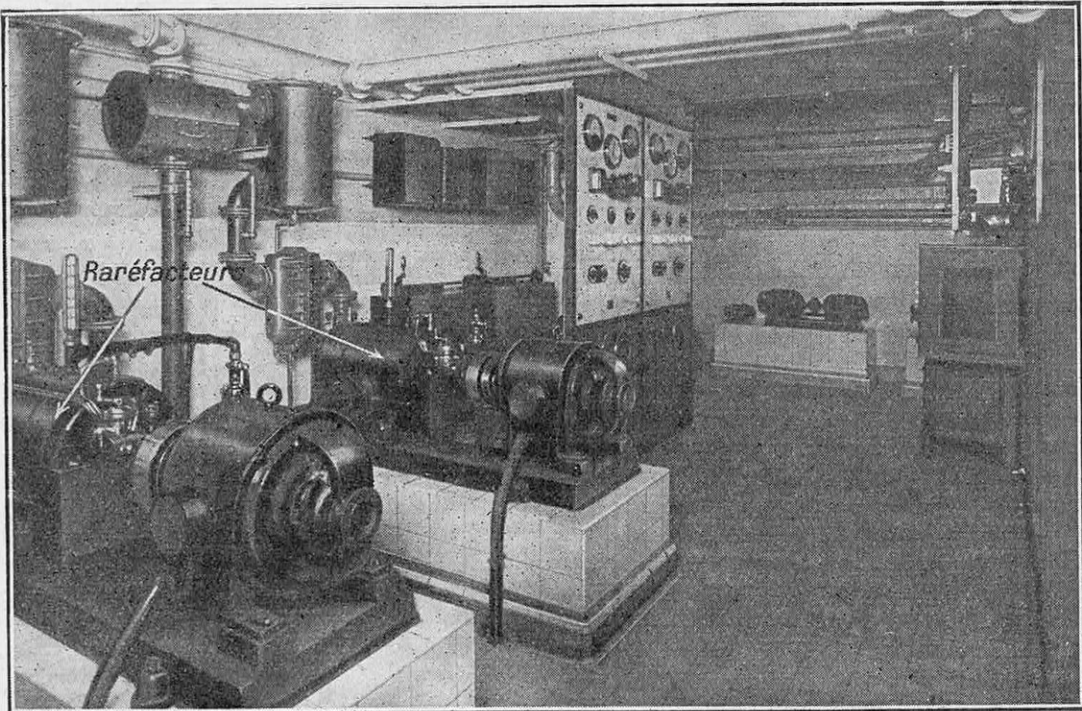


FIG. 8. — AU BUREAU INTERMÉDIAIRE DE LA RUE D'AMSTERDAM, L'INSTALLATION DE RARÉFACTION EST DOUBLE, DE MÊME QUE LES APPAREILS DU BUREAU

A chaque instant, on peut connaître l'état de fonctionnement de la ligne

Reprenons l'exemple choisi plus haut : un « curseur » est expédié de la rue Gluck pour la rue des Batignolles. Dès qu'il est placé dans la tête d'expédition, il établit un contact qui met en mouvement le disque d'un compteur et le chiffre 1 apparaît. En même temps, le groupe raréfacteur du bureau de la rue d'Amsterdam, qui sert à aspirer le « curseur », est mis en marche automatiquement et une lampe verte s'allume sur le compteur de départ indiquant la bonne marche du groupe. En même temps, également sur le compteur du bureau de la rue d'Amsterdam, s'allume une lampe bleue montrant que le groupe tourne par suite de l'envoi d'un « curseur » du bureau précédent.

En arrivant au bureau rue d'Amsterdam, le « curseur » poursuit sa marche. Un contact ramène à zéro le compteur de départ, éteint la lampe verte, arrête le groupe du bureau d'Amsterdam et éteint la lampe bleue de celui-ci. Automatiquement, le groupe raréfacteur du bureau suivant (rue Ballu) se met en marche, la lampe verte s'allume au compteur Amsterdam, son compteur marque 1, etc. Au bureau destinataire, le

« curseur » accordé sur la longueur d'onde voulue est automatiquement éjecté et toute l'installation revient au repos.

Les résultats obtenus

Toutes les dix secondes, une cartouche peut être expédiée. La vitesse atteinte en pleine ligne est de 15 à 16 mètres à la seconde.

A cette vitesse, douze minutes suffisent pour parcourir toute la ligne de près de 6 kilomètres.

Avec l'ancien dispositif, sur cette même ligne, il fallait 50 minutes, qui se décomposaient ainsi : 20 minutes de trajet ; 6 minutes rue Gluck ; 6 minutes rue d'Amsterdam ; 12 minutes rue Ballu ; 6 minutes rue des Batignolles.

Le temps actuel est donc environ de quatre fois plus faible. Mais si on considère la capacité de trafic, on peut dire que celle de la ligne avec son nouvel équipement est quinze fois supérieure à celle de la même ligne avec l'équipement ordinaire.

Malgré certaines difficultés, les résultats obtenus ont montré l'énorme progrès réalisé pour l'accélération du trafic. C'est là une nouvelle application de la lampe à trois électrodes et des circuits oscillants qui, depuis un quart de siècle, ont profondément bouleversé la vie moderne. J. MARCHAND.

VOICI LA LAMPE DE T. S. F. SANS FILAMENT : SERA-T-ELLE BIENTOT DANS LE COMMERCE ?

Par P. HÉMARDINQUER

Nous avons exposé récemment (1) comment les progrès réalisés dans les lampes de T. S. F. avaient permis la mise au point de récepteurs à la fois fidèles, sensibles et sélectifs. Toutefois, les divers types de lampes que nous avons étudiés sont tous basés sur l'émission d'électrons par une cathode (filament) chauffée directement ou indirectement. Se basant sur les phénomènes de la luminescence (2), les Américains viennent d'appliquer un tout autre principe et de mettre au point un « tube » d'un nouveau genre sans filament, en utilisant la décharge froide d'électrons et l'ionisation d'un gaz (néon ou hélium) introduit dans l'ampoule sous une très faible pression. Les résultats obtenus à ce jour par le docteur Hund, qui a étudié et établi cette nouvelle lampe sont, paraît-il, des plus satisfaisants. En particulier, il serait possible de réaliser ainsi des récepteurs à une seule lampe donnant des auditions en haut-parleur. Néanmoins, ce dispositif est encore du domaine du laboratoire, car la complexité des phénomènes physiques mis en jeu n'a pas encore permis un fonctionnement très régulier pour une fabrication industrielle qui exige à la fois robustesse et fonctionnement sans défaillance.

L'ÉVOLUTION de la construction des postes-récepteurs a été étroitement liée aux modifications de la technique des lampes à vide (1).

Depuis le jour où Lee de Forest imagina, en 1910, le premier tube électronique, nombreuses et profondes furent les modifications successives apportées à l'établissement des lampes à vide. Il n'y a même plus beaucoup d'analogie, à l'heure actuelle, entre les premiers modèles triodes, à filament en tungstène et à chauffage direct, utilisés pendant la guerre, et les types les plus récents de tubes à chauffage indirect, à électrodes multiples.

Pourtant, malgré les différences profondes de formes, de construction, de caractéristiques et de fonctionnement que l'on peut remarquer entre les modèles nombreux établis, leur principe est toujours resté le même.

L'effet de relais sans inertie, grâce auquel on a pu établir non seulement les récepteurs

et les émetteurs de T. S. F., les appareils de cinéma parlant et de télévision mais encore tant d'appareils modernes divers, au fonctionnement si remarquable, est obtenu toujours grâce au phénomène d'émission électronique produite par la cathode chauffée directement ou indirectement par le passage d'un courant électrique.

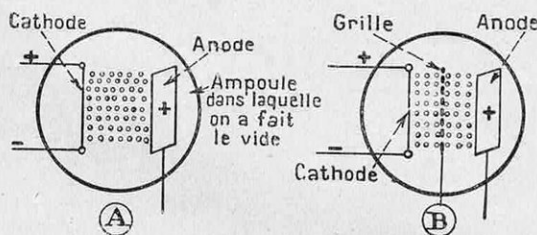


FIG. 1. — REPRÉSENTATIONS TRÈS SCHÉMATIQUES DE L'EFFET EDISON (ÉMISSION ÉLECTRONIQUE) ET DU FONCTIONNEMENT D'UNE LAMPE TRIODE DE T. S. F.

(A), le flux d'électrons négatifs vient frapper la plaque (anode) chargée positivement ; (B), le flux électronique traverse la grille de contrôle polarisée positivement

Le principe actuel des lampes à vide

Le phénomène d'émission électronique a été découvert par Edison, en 1885 ; mais ce génial inventeur ne sut pas l'interpréter. C'est pourtant sur lui qu'est fondée la réalisation de tant d'inventions modernes, des lampes de T. S. F., des cellules photoélectriques, de nombreux systèmes divers, dont

le fonctionnement demeure encore plus ou moins mystérieux.

D'après les enseignements récents de la physique, les corps simples seraient formés d'atomes, eux-mêmes formés d'électrons, grains d'électricité négative, invisibles aux plus forts grossissements et gravitant autour de noyaux centraux plus lourds, ou protons,

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

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 144, page 447.

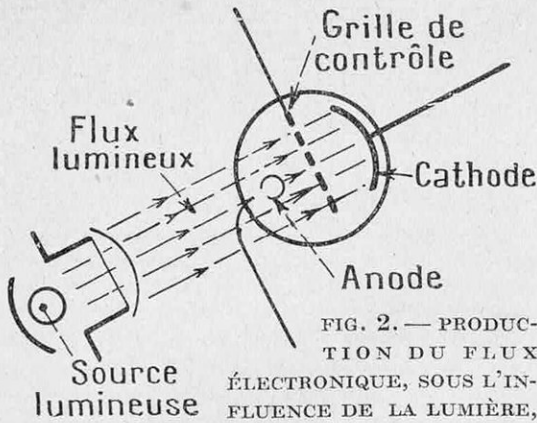


FIG. 2. — PRODUCTION DU FLUX ÉLECTRONIQUE, SOUS L'INFLUENCE DE LA LUMIÈRE, DANS UNE LAMPE A

VIDE PHOTOÉLECTRIQUE A CATHODE FROIDE
La cathode est recouverte d'une couche de métal alcalin qui a la propriété d'émettre des électrons sous l'unique action de la lumière.

qui seraient chargés d'électricité positive. Sans action extérieure, l'ensemble est stable. La charge positive du proton équilibre la somme des charges négatives des électrons, animés, d'ailleurs, d'une agitation continue à l'intérieur de l'atome.

Les électrons ont une aptitude particulière à se déplacer dans un métal, et, lorsqu'on chauffe ce dernier, leur agitation devient telle qu'ils sont projetés en dehors du corps considéré lui-même dans certaines conditions convenables.

Lorsqu'on place ainsi un filament métallique chauffé par le passage d'un courant électrique dans une ampoule vide d'air, en face d'une plaque métallique connectée à l'extrémité positive de ce filament, il se produit un courant électrique entre le filament et la plaque, et ce courant est interrompu si la plaque est reliée à l'extrémité négative du filament (fig. 1).

Tel est, très schématiquement, le phénomène initial d'émission électronique qui a toujours été utilisé dans les lampes de T. S. F.

L'émission électronique par la lumière et son emploi en T. S. F.

Pourrait-on utiliser d'autres principes pour établir des lampes de T. S. F. ?

Il est, du moins en principe, d'autres phénomènes que celui de l'émission électronique par cathode chauffée qui pourraient être utilisés pour établir des relais à faible inertie.

On pourrait, d'abord, songer à réaliser des tubes relais, dans lesquels l'émission électronique serait produite, non pas en chauffant

une cathode métallique ou formée d'oxyde de métaux rares, mais en faisant agir la lumière sur une couche photosensible (fig. 2).

Certaines couches de métaux sensibles à l'action de la lumière, tels que le sodium, le potassium, le rubidium, le caesium, placées dans le vide, émettent des électrons, et ce phénomène est utilisé, on le sait, pour la réalisation des cellules photoélectriques, si employées, à l'heure actuelle, en photométrie, en cinématographie sonore, en colorimétrie, en télévision, etc..., et, en général, toutes les fois qu'il s'agit de traduire des variations d'intensité lumineuse en oscillations électriques correspondantes.

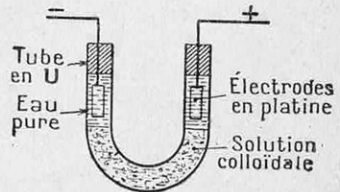
Dans les lampes à vide de T. S. F., c'est l'émission électronique, contrôlée par des électrodes soumises à l'action des courants de T. S. F., qui permet de déterminer l'amplification fidèle nécessaire. Le moyen avec lequel est produit cette émission électronique importe peu, en principe. On pourrait donc songer à utiliser des systèmes photosensibles avec un dispositif d'éclairage agissant sur une couche de métal alcalin émetteur d'électrons.

En fait, on a déjà réalisé, en Allemagne surtout et aux Etats-Unis, des systèmes de ce genre, qui sont de véritables lampes de T. S. F. photoélectriques. Malheureusement, le courant photoélectrique obtenu est encore très faible, de sorte que ces systèmes ont été adoptés seulement comme amplificateurs de tension, et, en raison de leurs caractéristiques, on a seulement pu les utiliser comme lampes amplificatrices à basse fréquence. Au point de vue pratique, les premiers essais ont donc été peu concluants.

Les phénomènes colloïdaux et la T. S. F.

D'une manière analogue, à première vue, mais, en réalité, avec beaucoup moins de raisons, certains inventeurs avaient été amenés à tenter d'employer, pour l'établissement de tubes de T. S. F., le phénomène des déplacements de grains colloïdaux.

FIG. 3. — DÉMONSTRATION DES PROPRIÉTÉS ÉLECTRIQUES DES COLLOÏDES



Lorsqu'on fait passer un courant électrique dans le système, on constate un changement de couleur, dans la solution, d'un côté des électrodes, ce qui indique un déplacement des particules colloïdales.

On sait que l'état colloïdal de la matière (1) est caractérisé par l'hétérogénéité et par la division extrême de l'un des corps composants. Les solutions colloïdales se présentent sous des aspects très différents, selon la nature des deux phases en présence, constituées par les particules du corps dilué et le corps les contenant en suspension. C'est ainsi que les brouillards, les fumées, les mousses, les émulsions sont toutes des solutions colloïdales.

La chimie des colloïdes est malheureusement très complexe et peu connue. Elle s'apparente souvent à la biologie.

On constate, cependant, en examinant avec un microscope une solution colloïdale, que les grains, ou micelles, en suspension, sont animés de mouvements rapides continus, sans que les particules se rencontrent. Une des causes de cette agitation constante paraît être électrique. Les particules colloïdales sont toutes chargées d'électricité de même signe et se repoussent les unes les autres. Il est, d'ailleurs, facile de démontrer que ces particules colloïdales sont bien chargées électriquement.

Si l'on place une solution colloïdale dans un champ électrostatique, on constate le déplacement des particules vers l'une des électrodes (fig. 3). En partant de ce phénomène, il est venu, il y a déjà longtemps, à l'esprit de certains chercheurs, l'idée d'assimiler le déplacement des particules colloïdales à celui des électrons qui s'échappent du filament métallique chauffé d'une lampe de T. S. F., et sont attirés par l'anode.

Mais la ressemblance est lointaine entre les électrons et les particules colloïdales. Le diamètre de ces dernières est relativement très grand, et leur inertie considérable. Leur vitesse de déplacement, dans un champ électrique, est relativement très faible, de

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 186, page 449.

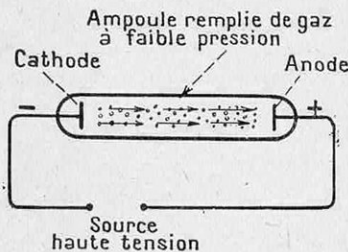
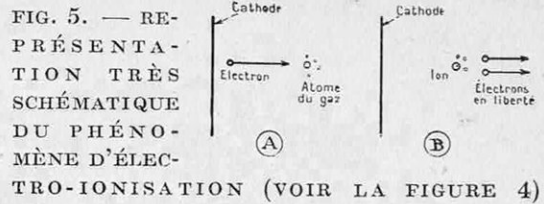


FIG. 4. — PHÉNOMÈNE D'ÉLECTRO-IONISATION DANS UNE AMPOULE A DEUX ÉLECTRODES

Si, dans une ampoule bien vidée d'air, on produit une émission électronique et si on introduit dans l'ampoule un gaz rare de l'air (néon ou hélium), ou une vapeur métallique sous une très faible pression, il se produit des phénomènes d'ionisation qui modifient les caractéristiques du système (voir le schéma fig. 5).



Les électrons émis par la cathode peuvent entrer en collision avec un atome du gaz (A) et libérer des électrons de l'atome (B). Les atomes, devenus positifs par perte d'électrons, se dirigent vers la cathode, où ils récupèrent les électrons perdus.

l'ordre de quelques microns par seconde dans un champ de un volt par centimètre, alors que celle des électrons est de 20.000 kilomètres par seconde. Enfin, le nombre des particules en solution colloïdale est relativement très limité.

Si l'on a pu tenter d'employer de tels systèmes pour la détection et même pour la télémechanique, il ne semble donc pas qu'on ait quelque chance de les faire jamais servir à l'amplification haute fréquence ou même à fréquence musicale.

Les phénomènes d'ionisation et les lampes à luminescence

Les phénomènes de photoélectricité et de déplacement des micelles colloïdales que nous avons sommairement indiqués précédemment, ne permettent donc pas d'espérer leur emploi possible et facile dans les lampes de T. S. F. Mais il est d'autres phénomènes déjà utilisés, d'ailleurs, dans des tubes servant pour des usages accessoires de T. S. F., et qui semblent peut-être être appelés à des applications plus prochaines et plus utiles. Ce sont les phénomènes dits d'ionisation.

Si, dans une ampoule bien vidée d'air, dans laquelle, par un moyen quelconque, nous déterminons une émission électronique, une cellule photoélectrique par exemple, on introduit un gaz rare de l'air (néon ou hélium) ou une vapeur métallique sous une pression très faible, de l'ordre du millimètre de mercure, il se produit des phénomènes dits d'ionisation, qui modifient complètement les caractéristiques de fonctionnement du système (fig. 4).

Les électrons, projetés, comme nous l'avons indiqué, par la cathode chauffée, peuvent alors, dans leur course, entrer en collision avec un atome du gaz qui a été introduit dans l'ampoule (fig. 5). Cet atome est alors dissocié, et il y a libération d'un électron négatif. Celui-ci et l'électron primitif se dirigent alors vers l'anode, rencontrent de nouveaux atomes, qui se dissocient, et

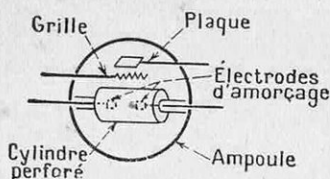


FIG. 6. — DISPOSITION SCHÉMATIQUE DE LA LAMPE A LUMINESCENCE A CINQ ÉLECTRODES IMAGINÉE PAR LE DOCTEUR HUND

ainsi de suite (fig. 5). Les atomes, rendus alors positifs par perte des électrons, se dirigent vers la cathode et récupèrent les électrons déficients.

Tout atome ou groupe d'atomes possédant une charge résiduelle due à l'enlèvement ou à l'addition d'électrons, est appelé *ion*, et on donne, d'une façon générale, le nom d'ionisation au phénomène qui produit dans un gaz la libération des électrons des atomes constituant les molécules de gaz considérées.

L'ionisation du gaz introduit dans l'ampoule par le flux électronique émis par la cathode se traduit, en définitive, par une augmentation plus ou moins considérable de ce flux électronique, dont il résulte, finalement, une véritable *autoamplification interne*. C'est ce phénomène qui est utilisé, par exemple, dans les redresseurs thermioniques à vapeur de mercure adoptés en T. S. F. On obtient ainsi un courant redressé qui peut être de l'ordre de plusieurs ampères, alors qu'un système à vide analogue ne pourrait donner qu'un courant de l'ordre du milliampère ; c'est ainsi également que, dans des redresseurs à filament bien connus, on emploie une atmosphère d'argon sous faible pression.

Cet effet d'ionisation du gaz peut également être obtenu sans recourir à l'emploi d'une cathode chauffée émettrice d'électrons. Dans un volume de gaz quelconque à pression réduite, il existe, en effet, presque toujours des électrons libres. Si l'on introduit ce gaz sous faible pression dans une ampoule vide d'air, munie de deux électrodes, et entre lesquelles on applique une différence de potentiel constante assez élevée, des phénomènes d'ionisation analogues sont observés (voir fig. 4 et 5).

Par suite de la différence de potentiel appliquée sur les électrodes, les électrons libres dans la masse du gaz sont attirés vers l'anode et peuvent entrer en collision dans cette course avec un atome du gaz, d'où libération d'un électron négatif, comme précédemment, et des effets d'ionisation comparables. Le phénomène est cependant plus difficile à obtenir, parce qu'il n'y a pas de flux électronique continu émis par la cathode vers l'anode.

Les lampes de T. S. F. à luminescence

Ces phénomènes d'ionisation à décharge froide sont utilisés dans les lampes à luminescence à gaz rares bien connues, employées pour la publicité ou même pour l'éclairage. Les lampes modulatrices de lumière, adoptées en télévision pour la traduction des oscillations électriques en variations lumineuses, fonctionnent également suivant le même principe.

D'autre part, les phénomènes d'ionisation, en général, paraissent un moyen séduisant pour augmenter l'amplification produite par une lampe de T. S. F., car on sait qu'un grand nombre de redresseurs à vapeur métallique fonctionnent suivant ce principe.

Mais il s'agit là de phénomènes extrêmement complexes, qui peuvent être modifiés profondément par une variation minime de la nature ou de la pression du gaz. Ces lampes de T. S. F. étant des appareils d'amplification extrêmement délicats, qui doivent rester parfaitement fidèles, le procédé devient très malaisé à appliquer.

Les phénomènes d'ionisation à décharge froide sont également utilisés dans des systèmes traducteurs lumière-courant constitués par les cellules photoélectriques à forte amplification, qui contiennent des gaz rares sous faible pression. Mais les phénomènes complexes produits diminuent aussi généralement la fidélité des cellules pour les hautes fréquences, ce qui montre bien que le procédé est difficilement applicable à l'amplification des fréquences élevées de T. S. F.

Il y a pourtant plusieurs années qu'on a eu l'idée de construire des tubes à vapeur métallique pour l'amplification et la détection en radiotechnique.

On a donc établi, à titre expérimental, des tubes à vapeur de sodium potassium, avec un dépôt argenté de cet alliage recouvrant partiellement leurs parois internes. Le chauffage du filament était très réduit

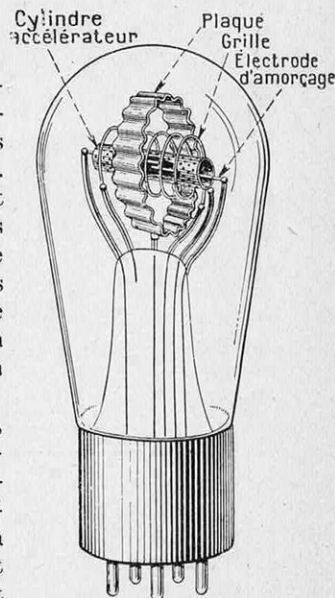


FIG. 7. — VUE D'ENSEMBLE DE LA LAMPE A LUMINESCENCE DU DOCTEUR HUND

et le système filament-plaque était relié directement à l'extrémité positive du filament.

On a également établi des détecteurs à anode liquide, constituée par un bain de sodium en fusion, maintenu dans cet état au moyen d'une résistance chauffante.

Le système de contrôle n'était pas une grille, mais un demi-cylindre formé par une plaque métallique incurvée, sur lequel on appliquait un potentiel de neutralisation permettant de faire varier le courant de grille extrêmement élevé.

Ce sont cependant les tubes luminescents à décharge froide qui paraissent avoir été le plus récemment étudiés et avoir permis de donner des résultats particulièrement intéressants. Au début de 1933, on a ainsi présenté en Amérique une lampe sans filament à atmosphère ionisée par décharge froide assez curieuse, étudiée par le docteur Hund.

Cet inventeur aurait établi deux modèles : l'un simplement à deux électrodes, avec un fonctionnement basé sur le principe de la résistance négative, et relativement simple ; l'autre, d'un type à cinq électrodes, ayant des caractéristiques se rapprochant du type actuel des lampes de T. S. F., et beaucoup plus curieux (fig. 6).

Le gaz inerte, introduit dans l'ampoule, a une pression de 10 à 20 millimètres de mercure. On applique sur deux premières électrodes une différence de potentiel obtenue à l'aide d'une source du courant, avec une résistance de sécurité en série. A partir d'une certaine tension, le tube s'amorce, et les phénomènes d'ionisation se produisent.

L'introduction d'une troisième électrode, portée à une tension positive, offre l'avantage d'attirer les ions en surnombre et de régulariser le fonctionnement du système. Cette plaque est formée par une électrode perforée entourant la cathode. Le système comporte, enfin, une grille et une plaque analogues à celles d'un tube de T. S. F.

Mais la plaque est ondulée et non régulièrement cylindrique, comme dans une lampe de T. S. F. ordinaire. Cette disposition est rendue nécessaire par l'asymétrie du système, étant donné qu'un flux

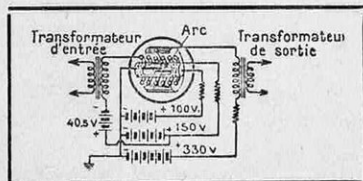


FIG. 8. — SCHÉMA DE MONTAGE DE LA LAMPE À LUMINESCENCE POUR L'AMPLIFICATION

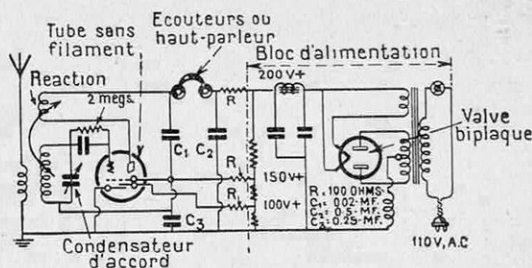


FIG. 9. — SCHÉMA DE MONTAGE D'UN RÉCEPTEUR RADIOPHONIQUE COMPORTANT UNE LAMPE À LUMINESCENCE (SANS FILAMENT)

électronique régulier n'est pas produit par un système cathodique comme une lampe de T. S. F. ordinaire (fig. 7).

A partir d'un potentiel de 100 volts, l'ionisation se produit, et l'intensité du courant correspondant est de 60 milliampères. La consommation est de l'ordre de 6 watts, et le montage du tube s'effectue comme le montrent les figures 8 et 9. L'alimentation est assez complexe, mais elle peut être simplifiée en adoptant un dispositif d'alimentation à lampe biplaque. La construction est facile et peu coûteuse. Les électrodes sont en métal quelconque, en fer ou en nickel par exemple, et la nature du gaz employé importe assez peu.

Les avantages d'un tel tube consisteraient surtout dans son courant de sortie élevé, qui permettrait, théoriquement, de réaliser des appareils à une lampe assurant des auditions en haut-parleur.

Les phénomènes mis en jeu sont, cependant, toujours très complexes. C'est pourquoi il est toujours difficile d'obtenir un fonctionnement régulier de tels dispositifs, et, jusqu'à présent, ces lampes vraiment nouvelles ne sont encore adoptées qu'au laboratoire.

De même qu'on emploie de plus en plus des cellules photoélectriques à gaz très sensibles pour la cinématographie sonore et la traduction lumière-courant des oscillations à fréquence musicale, nous verrons peut-être également utiliser des lampes à luminescence électro-ioniques pour l'amplification des courants de T. S. F., ou, tout au moins, pour l'amplification des courants basse fréquence. Dans l'état actuel du problème, ce sont, en tout cas, ces phénomènes d'ionisation qui paraissent les plus propres à améliorer encore le fonctionnement des tubes utilisés en radioélectricité, et les nouvelles lampes ne mériteraient plus alors le nom de lampes à vide !

P. HÉMARINQUER.

tous les modèles

Toutes les formes du métal perforé, découpé, estampé, embouti, se trouvent seulement dans le catalogue d'une maison assez puissante pour disposer des moyens que ces multiples fabrications imposent et assez ancienne pour bénéficier de l'expérience que prouve l'étude de multiples utilisations industrielles.

C'est parce que GANTOIS possède seul ces moyens et cette expérience que, depuis 1894, la renommée de sa production n'a pas cessé de s'étendre en France et à l'Étranger.



ÉTS

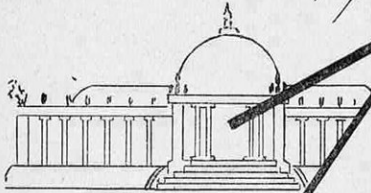
DEMANDEZ CATALOGUES ET TARIFS
AUX

GANTOIS

ST DIÉ (VOSGES)



*voitre point de mire
au Salon de la T.S.F.*



LE
**STAND
TUNGSRAM**

STAND N° II
SALLE K

Vous verrez beaucoup de stands au Salon de la T.S.F. 1933, au Grand Palais; peu présenteront pour vous autant d'intérêt que le stand **TUNGSRAM**.

Rendez-lui visite. Vous vous mettrez au courant des derniers progrès réalisés en matière de lampes de réception par les puissantes usines Tunggram. Tous les modèles capables de donner

2 récentes créations **TUNGSRAM**

Les Lampes d'émission TUNGSRAM
15 - 40 et 75 watts

Les Photo-Éléments TUNGSRAM
Cellules qui transforment, sans l'intervention de source extérieure de courant, l'énergie lumineuse en énergie électrique (nombreuses et intéressantes applications en photométrie, signalisation automatique, etc.)

à votre poste des auditions plus pures, plus nuancées: détectrices, oscillatrices, haute fréquence, basse fréquence, valves, en série européenne comme en série américaine, vous seront présentés par le personnel du stand Tunggram à votre entière disposition pour vous fournir d'utiles renseignements.

TUNGSRAM

LE RENDEMENT D'UN MOTEUR DÉPEND DE LA COMPRESSION

Voici les « supercarburants » qui l'améliorent
Le rôle du « nombre d'octane »

Par Henri TINARD
INGÉNIEUR E. T. P

La recherche du rendement sans cesse amélioré a conduit les constructeurs de moteurs, depuis plusieurs années, à augmenter de plus en plus le « taux de compression préalable » du mélange carburé. Mais on s'est alors aperçu qu'à partir d'un certain « taux », pour un carburant donné, la combustion du mélange, au lieu de se faire d'une manière progressive, prend une allure d'explosion brutale appelée « détonation », qui compromet le rendement tout en provoquant une usure très rapide du moteur. Ce taux de compression, pour lequel apparaît la détonation, dépend, d'ailleurs, de la nature du carburant employé. A cet égard, on a récemment mis au point des méthodes de mesure et de comparaison qui permettent de caractériser chaque carburant par un nombre appelé « indice d'isooctane » ou, vulgairement, « nombre d'octane ». Plus ce nombre est grand, moins le carburant a de tendances à détoner. Nous exposons ici les progrès remarquables réalisés depuis peu dans la préparation des « supercarburants » ou carburants à nombre d'octane élevé, qui permettent seuls d'employer avantageusement des moteurs à haute compression et, par suite, à haut rendement.

L'évolution des moteurs d'automobiles

CE qui semble caractériser particulièrement l'évolution des moteurs d'automobiles depuis quelques années, c'est l'augmentation de la vitesse de rotation et l'élévation du taux de compression.

Celles-ci ont été recherchées, naturellement, en vue d'améliorer le fonctionnement des moteurs. Ce qu'il faut retenir surtout, c'est qu'elles ont permis de réaliser des engins économiques et d'usage agréable.

Pour une puissance fiscale déterminée, la vitesse de rotation et le taux de compression judicieusement choisis permettent d'établir un moteur fournissant une puissance au frein maximum. On réalise ainsi une voiture économique au point de vue impôts et aussi au point de vue prix d'achat, car la puissance fiscale et ce prix sont liés.

Mais, en outre, en favorisant la combustion du mélange tonnant par un échauffement préalable et un rapprochement plus étroit de ses constituants, l'élévation du taux de compression entraîne encore un accroissement appréciable du rendement thermique du moteur.

La vitesse de rotation n'étant pas liée directement à la nature du carburant fourni

au moteur, nous la laisserons de côté. Au contraire, le taux de compression, en relation étroite avec ce carburant, mérite de retenir encore notre attention.

L'intérêt des taux de compression élevés

Le taux de compression influe, tout d'abord, sur la puissance du moteur par son action sur la pression exercée sur les pistons : cette pression croît avec lui. Par ailleurs, nous avons remarqué déjà que la valeur de ce taux affectait le rendement thermique. Il n'est pas inutile de préciser ces indications par des chiffres. Quelques graphiques (fig. 1, 2, 3) nous donnent, à cet égard, tous les renseignements désirés. Toutefois, ce qu'ils ne montrent pas et qui mériterait pourtant d'être mis en valeur, ne serait-ce que pour détruire une croyance trop accréditée, c'est qu'un fort taux de compression, loin de nuire à la durée des organes mécaniques du moteur, contribue à la prolonger. L'élévation du taux de compression, en procurant un accroissement appréciable du rendement thermique, conduit à une amélioration du rendement total ; il en résulte une moindre fatigue des organes, donc une usure plus faible du mécanisme.

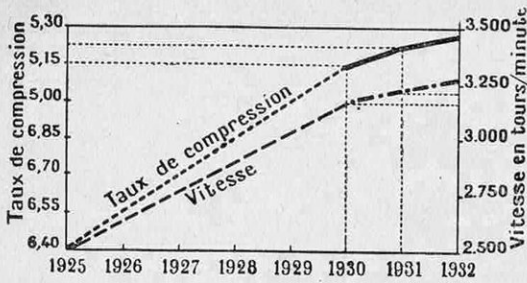


FIG. 1. — AUX ÉTATS-UNIS, L'AUGMENTATION DE LA VITESSE DE ROTATION ET DU TAUX DE COMPRESSION DES MOTEURS A ÉTÉ CONTINUE AU COURS DES HUIT DERNIÈRES ANNÉES

En définitive, tout concourt à faire rechercher les taux de compression élevés, et c'est ce que dénote, d'ailleurs, comme nous l'avons vu, la tendance de la construction automobile actuelle. Toutefois, l'augmentation compatible avec une bonne marche du moteur n'est pas illimitée : à partir d'une certaine valeur du taux de compression, des phénomènes nuisibles apparaissent : ce sont les phénomènes de l'*auto-allumage* et de la *détonation*.

Le phénomène de l'*auto-allumage*, c'est-à-dire de l'allumage spontané du mélange tonnant en l'absence de toute étincelle, est mis à profit dans les moteurs Diesel. Dans les moteurs à explosion, ses manifestations sont désastreuses : marche irrégulière du moteur ; en l'absence de tout contrôle de l'allumage ; à-coups et surcharges imposés aux organes, etc., etc. Heureusement, l'*auto-allumage* s'observe rarement dans ce dernier genre de moteurs, parce que leur taux de compression n'est pas assez élevé ; la raison en est simple : l'apparition du phénomène de la *détonation* a lieu bien avant celle du phénomène de l'*auto-allumage*.

Qu'est-ce que le phénomène de la détonation ?

Pour bien comprendre en quoi consiste le phénomène de la *détonation*, il faut l'opposer au phénomène de la combustion normale du mélange tonnant dans les chambres d'explosion. Cette combustion est régulière et progressive.

Pour mieux nous rendre compte de ce qui se passe dans la chambre d'explosion du moteur, supposons que le volume gazeux qu'elle contient à la fin du temps de compression puisse être divisé en tranches égales (fig. 4). Au moment où éclate l'étincelle à la bougie, la première tranche s'enflamme ; elle augmente de température, donc de volume et de pression, en refoulant les

tranches restantes dont la pression se trouve également accrue. Puis c'est la deuxième tranche qui brûle à son tour en produisant les mêmes effets et, notamment, en comprimant davantage encore les tranches intactes. De tranche en tranche, le phénomène se poursuit et, dans le cas de la combustion normale, la dernière tranche, malgré l'élévation de pression subie, brûle encore régulièrement comme les précédentes.

Lorsque le phénomène de la *détonation* se manifeste, les choses ne se passent plus de la même façon : il se produit une discontinuité brutale dans la combustion. D'après une théorie couramment admise à l'heure actuelle, et que la pratique vient confirmer comme nous le verrons plus loin, dans un moteur victime du phénomène de la *détonation*, la combustion s'amorce d'abord normalement, mais elle est bientôt suivie d'une brusque inflammation de la masse encore intacte du mélange tonnant. Si nous reprenons notre méthode de la décomposition en tranches, nous remarquons que la combustion se propage régulièrement dans les premières tranches, mais qu'il arrive un moment où la masse gazeuse restante — et qui peut comporter plusieurs tranches — se trouve portée à une telle pression, donc à une telle température, qu'elle s'enflamme spontanément, par *auto-allumage*, et brûle, pour ainsi dire, instantanément, la vitesse de propagation de la flamme au sein de cette

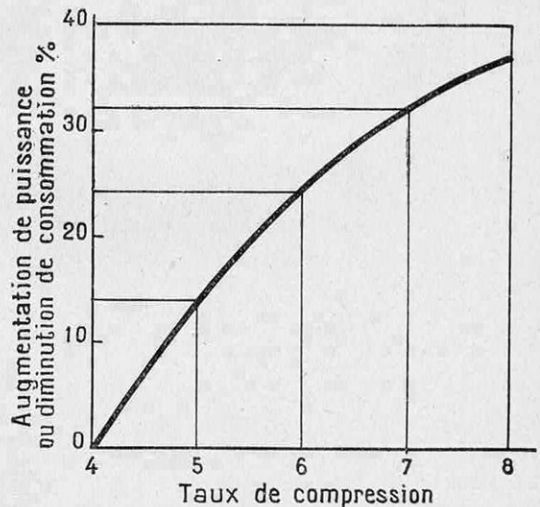


FIG. 2. — DIAGRAMME MONTRANT COMMENT VARIE LA PUISSANCE OU LA CONSOMMATION D'UN MOTEUR AVEC LE TAUX DE COMPRESSION, A VITESSE CONSTANTE

On voit les avantages considérables qu'apporte l'augmentation du taux de compression.

masse étant évaluée à plusieurs milliers de mètres par seconde : c'est pendant cette période de brusque combustion que se manifeste le phénomène de la détonation.

L'expérience confirme, nous l'avons dit, l'hypothèse explicative que nous venons d'exposer. Cette expérience s'exécute au moyen d'un dispositif qui permet d'enregistrer les manifestations du phénomène. A cet effet, on utilise un moteur monocylindrique dont la culasse comporte une petite fenêtre fermée par un cylindre de quartz ; l'axe du cylindre est orienté dans le sens de propagation de la flamme au sein du mélange tonnant, c'est-à-dire de la bougie vers la paroi la plus éloignée ; l'image représentant la marche de l'inflammation — ou, si l'on préfère, le déplacement du « front » de la flamme — peut être recueillie à travers la fenêtre de quartz, sur un film photographique qui se déroule perpendiculairement à l'axe de cette fenêtre. Cette image montre, dans le cas de l'explosion normale, que la vitesse de propagation de la flamme est finie et sensiblement constante, alors que, dans le cas où la détonation apparaît, le front de la flamme, après avoir suivi une marche régulière et relativement lente, se déplace tout à coup avec une vitesse pratiquement infinie (fig. 5).

On conçoit facilement que le phénomène de la détonation est accompagné d'une brutale augmentation de pression. C'est ce que montre, d'ailleurs, un manographe « photographiant » les variations de pression. Alors

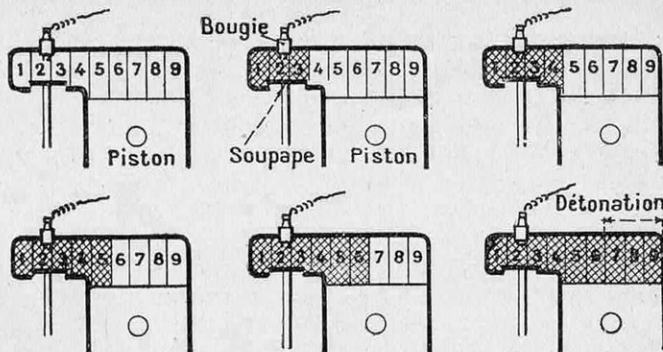


FIG. 4. — QUELQUES PHASES EXPLICATIVES DU PHÉNOMÈNE DE LA DÉTONATION, D'APRÈS LA THÉORIE DES TRANCHES DE LA CHAMBRE DE COMBUSTION

Au début, combustion régulière, puis inflammation spontanée d'un groupe de plusieurs tranches dans la chambre de combustion.

que, dans le cas normal, ces variations sont représentées par une courbe continue au sommet largement arrondi, lorsque se manifeste la détonation, la courbe présente un point anguleux.

Cette remarque nous permet de comprendre que la détonation aura de funestes conséquences au point de vue de la durée des organes du moteur qui ont à en supporter les effets. La brutale augmentation de pression équivaut à un véritable choc se substituant à la poussée continue et graduellement appliquée au piston, lorsque la combustion s'opère normalement ; ce choc provoque l'expulsion du lubrifiant interposé entre les organes en mouvement ; il se produit des heurts métalliques, se traduisant par des bruits caractéristiques : cliquetis et cognements. Par ailleurs, le phénomène de la détonation nuit à la souplesse du moteur : la moindre surcharge lui est une occasion de faire entendre des bruits qui sont l'indice d'un état de fonctionnement défectueux. Enfin, il a tendance à chauffer, le phénomène de la détonation s'accompagnant d'une élévation de température excessive du mélange tonnant : les organes en contact avec les gaz chauds (fonds de pistons, soupapes) sont soumis à une rude épreuve ; d'où une usure prématurée.

En présence des déplorables effets du phénomène de la détonation, nous voilà donc étroitement limités dans le choix d'un taux de compression propice à un haut rendement du moteur. Pas tant que cela, heureusement, car si la détonation se manifeste toujours au delà d'une certaine valeur du taux de compression, les bornes imposées à l'accroissement de ce taux peuvent être assez sensiblement reculées grâce à certains artifices.

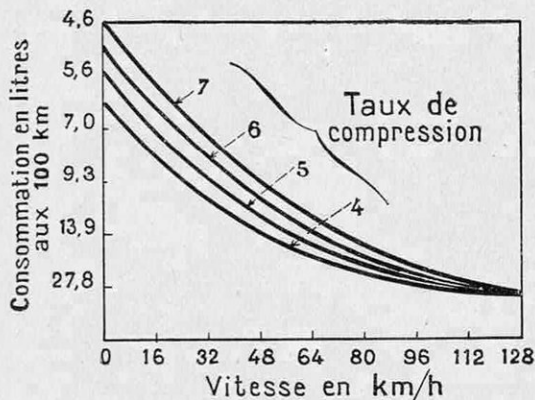


FIG. 3. — DIAGRAMME MONTRANT QUE L'ACCROISSEMENT DU TAUX DE COMPRESSION FAIT BAISSER LA CONSOMMATION POUR DES VITESSES ÉQUIVALENTES DE LA VOITURE

A l'origine du phénomène de la détonation, nous trouvons, nous l'avons vu, la valeur élevée du taux de compression. Nous n'avons tenu compte, jusqu'à maintenant, que de cet unique facteur. En fait, il en existe d'autres : la forme de la culasse, la place occupée par la bougie dans la chambre d'explosion, etc., interviennent vis-à-vis de la détonation. Enfin, la nature du carburant a aussi son mot à dire ; certains carburants se montrent rebelles à la détonation, d'autres propices. Ce dernier phénomène semble pouvoir être attribué, d'après les recherches de M. Dumanois, à l'aptitude plus ou moins grande, présentée par différents carburants, à donner naissance, au sein du mélange gazeux, pendant que s'amorce sa combustion, à des peroxydes très instables qui se décomposent en provoquant la détonation.

En possession des principaux éléments qui régissent cette dernière, qu'a-t-on fait pour la soustraire, dans la mesure du possible, à l'influence du taux de compression, afin de pouvoir choisir ce taux aussi grand qu'il se peut ? On a joué sur le dessin des culasses, sur l'emplacement des bougies, etc., c'est-à-dire sur les facteurs « mécaniques » du problème. A l'heure actuelle, on paraît avoir atteint, dans cette voie, des résultats qu'il sera difficile d'améliorer.

Reste le carburant. C'est sur lui que paraissent porter maintenant les efforts des chercheurs, et c'est grâce à ces efforts que nous pouvons utiliser aujourd'hui avec agrément, dans des conditions économiques, des moteurs de grande série, qui sont, bien plus qu'on le croit généralement, des moteurs à taux de compression élevé ; pour cela, il faut substituer à l'essence ordinaire, médiocrement indétonante, des carburants

résistant bien à la détonation : les « supercarburants » dont nous allons parler.

Les « supercarburants »

En principe, c'est la résistance à la détonation qui caractérise surtout les supercarburants. Si l'on se reporte à la théorie de M. Dumanois, c'est donc en recherchant des combustibles présentant, par nature ou par addition de substances appropriées, une faible aptitude à produire des peroxydes instables que nous pourrions satisfaire aux exigences de l'alimentation des moteurs à fort taux de compression.

Comme nous le signalions incidemment plus haut, ces combustibles peuvent devoir leurs qualités particulières à leur nature même ou à l'addition de produits spéciaux. On se trouve ainsi en présence de deux catégories de substances résistant à la détonation : celles qui sont combustibles et indétonantes ; celles qui sont seulement indétonantes et que l'on baptise — plus exactement — antidétonantes. Il n'est pas défendu, d'ailleurs, d'associer les deux catégories de substances pour en obtenir une troisième, ce qui nous met, en définitive, à la tête de trois genres de produits propres à améliorer la marche des moteurs modernes d'automobiles.

Les produits usuels et de formule simple qui sont à la fois combustibles et indétonants, c'est-à-dire, en réalité, plus stables que l'essence ordinaire, sont, dans l'ordre de résistance croissante à la détonation : le benzol, le toluol, l'alcool. Le premier et le dernier sont de beaucoup les plus employés pratiquement, mais rarement à l'état pur ; c'est principalement sous la forme de mélanges avec l'essence ordinaire, dont ils augmentent la résistance à la détonation,

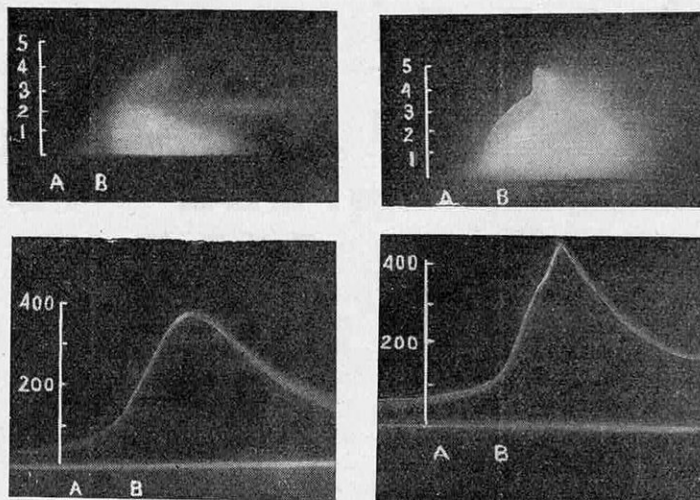


FIG. 5. — EN HAUT : MARCHÉ DU FRONT DE FLAMME DANS LE CAS DE LA COMBUSTION RÉGULIÈRE (A GAUCHE), ET DANS LE CAS DE LA DÉTONATION (A DROITE). EN BAS : VARIATION DE PRESSION DANS LE CAS DE LA COMBUSTION RÉGULIÈRE (A GAUCHE) ET DE LA DÉTONATION (A DROITE)

qu'on les utilise. Nous reviendrons tout à l'heure sur ce point.

Ces produits simples ont été comparés à l'essence ordinaire et, en fait, ils sont toujours plus indétonants qu'elle, mais il convient cependant de préciser la nature de celle-ci. L'essence est composée de nombreux éléments qui diffèrent avec son origine. L'essence de Californie est riche en carbures naphthéniques, alors que l'essence de Pensylvanie est riche en carbures paraffiniques. Cette différence de composition se traduit par une différence sensible de tendances à la détonation : la première essence est peu détonante ; la seconde l'est bien davantage. On peut faire usage d'essences indétonantes et cela nous donne même une catégorie spéciale de « supercarburants » ; mais, pour obtenir l'essence « ordinaire », on a recours à des coupages judicieux.

Il convient d'ajouter qu'aujourd'hui ce qu'on nous livre sous le nom d'essence ordinaire ou d'essence « tourisme », est généralement un mélange d'essence et d'alcool, ce dernier produit pouvant entrer dans le mélange dans la proportion de 11 à 20 %, d'après l'arrêté du 23 mars dernier. Pratiquement, c'est une teneur de 10 à 12 % qui est couramment adoptée. La composition ainsi obtenue, assez pauvre en alcool, possède néanmoins une certaine résistance à la détonation, mais on ne peut cependant la classer parmi les « supercarburants » dignes de ce nom. Elle n'est, d'ailleurs, pas exempte de défauts ; son manque de stabilité, notamment, qui la rend sensible aux effets de l'humidité atmosphérique, est à retenir. Si l'on veut supprimer ce défaut sans recourir à une augmentation considérable de la proportion d'alcool, il faut faire entrer dans le mélange un tiers solvant qui lui donne une

homogénéité durable. Mais on réalise alors un véritable « supercarburant » et il ne s'agit plus du tout de combustible vendu sous le nom d'essence ordinaire.

Passons maintenant aux produits antidétonants.

Les produits antidétonants dont on fait, à l'heure actuelle, un usage courant, sont, toujours dans l'ordre de résistance croissante à la détonation : l'aniline et le plomb tétraéthyle. C'est incorporés à l'essence ordinaire ou à un mélange d'essence et de produits combustibles et indétonants qu'ils sont utilisables dans nos moteurs.

En somme, les « supercarburants » sont des mélanges complexes, aux propriétés assez nettement distinctes. Examinons rapidement ces propriétés pour les principaux d'entre eux.

En reprenant l'ordre que nous avons adopté pour le classement des « supercarburants », et si nous laissons de côté les essences natu-

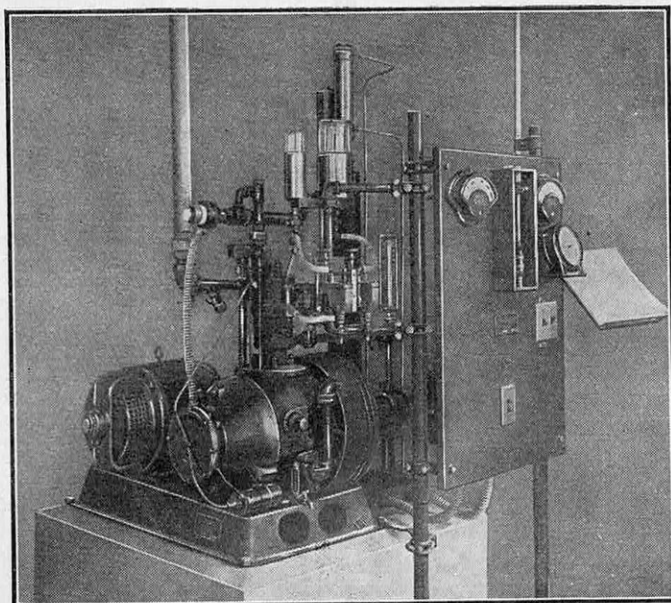


FIG. 6. — MOTEUR ET INSTALLATION UTILISÉS POUR LA DÉTERMINATION DU « NOMBRE D'OCTANE »

relles relativement indétonantes, nous trouvons d'abord ceux qui doivent leurs qualités à la présence du benzol. Ils sont couramment employés actuellement en France. Le benzol est additionné à l'essence ordinaire, généralement dans la proportion de 15 à 30 %. Cette essence ordinaire peut être, par elle-même, plus ou moins indétonante suivant sa provenance et suivant les coupages qui ont accompagné sa préparation ; de toute façon, la valeur du « supercarburant » est nettement fonction de sa teneur en benzol : plus cette teneur est élevée, plus le combustible est indétonant.

Tant que la proportion de benzol ne dépasse pas la valeur de 30 %, et c'est le cas habituel, l'emploi du mélange benzol-essence dans un moteur ne nécessite aucune précaution particulière. Une remarque, toutefois, s'impose : on observe souvent un peu plus de

difficulté à mettre en route le moteur par temps froid, en raison de la moindre volatilité du benzol aux basses températures.

Les « supercarburants » à base d'alcool, connus couramment sous le nom de « carburant poids lourds » ne sont pas autre chose, en somme, que l'essence « tourisme » actuelle, mais avec une teneur plus forte en alcool. On ne les considère pas, d'ailleurs, à tort il est vrai, comme de véritables « supercarburants », et ils sont assez rarement recherchés pour leurs qualités indétonantes. L'automobiliste les abandonne presque entièrement aux possesseurs de « véhicules utilitaires », sans se douter qu'ils présentent des propriétés intéressantes. Ces mélanges renferment généralement 25 % d'alcool éthylique pour 75 % d'essence. Leur emploi se fait sans précaution spéciale ; toutefois, au moment des départs en hiver, ils peuvent également occasionner quelques difficultés.

Les « supercarburants », constitués par des mélanges ternaires d'essence, d'alcool et d'un tiers solvant, qui est, le plus souvent, le benzol, ou bien une huile lourde

de houille de composition spéciale, se rattachent aux deux sortes de « supercarburants » binaires que nous venons de signaler. Ils possèdent leurs propriétés communes et ils offrent, sur le « carburant poids lourd » et sur l'essence « tourisme » alcoolisée, l'avantage de posséder une indifférence complète à l'action de l'humidité. On pourrait encore signaler certains « supercarburants » constitués par un mélange d'alcool, de benzol et d'huile lourde, qui possèdent une résistance très marquée à la détonation. Mais ces combustibles spéciaux sont surtout utilisés en course, dans des moteurs à taux de compression très élevé, et on ne les trouve pas couramment sur nos routes ; nous n'insisterons donc pas plus longuement à leur sujet.

Nous arrivons maintenant aux « supercarburants », constitués par une essence plus ou moins indétonante et un produit antidétonant. Ce produit, beaucoup plus énergétique que les combustibles indétonants (benzol, alcool, etc.), est incorporé en très faible quantité à l'essence. L'aniline, dont l'usage

commence à s'étendre grâce à la découverte d'un support assurant sa solubilité instantanée dans l'essence, possède un pouvoir antidétonant tel qu'à la dose de 1 % elle procure à peu près les mêmes résultats que 12 % de benzol. Les « spécialités » à base d'aniline offrent l'avantage de pouvoir être mélangées directement à l'essence ordinaire, à la façon dont on ajoute, par exemple, à cette essence les huiles spéciales pour le graissage des parties hautes du moteur.

Le plomb tétraéthyle est encore beaucoup plus actif, puisque, à volume égal, il se montre 825 fois plus efficace que le benzol ; c'est même l'antidétonant le plus énergique. Toutefois, son utilisation, très importante

aux Etats-Unis, au Canada, en Angleterre, ne s'est pas encore répandue en France où l'on demeure convaincu que sa toxicité le rend redoutable. Sans doute, considéré en lui-même, ce produit n'est pas d'une manipulation recommandable, mais, incorporé à l'essence en quantité

infime (0,8 pour 1.000), il devient inoffensif. Les produits de la combustion des « supercarburants » contenant du plomb tétraéthyle ne semblent pas non plus bien dangereux ; rien ne paraît donc s'opposer, désormais, à leur consommation, d'autant plus qu'au point de vue technique certaines difficultés soulevées notamment par la décomposition du plomb tétraéthyle dans les cylindres du moteur, avec formation de plomb métallique susceptible de « court-circuiter » les bougies, sont résolues.

Bien que les mérites des « supercarburants » résident surtout dans leur résistance à la détonation, ces combustibles peuvent offrir, au surplus, certains avantages qu'il est bon de connaître. C'est ainsi que le benzol, plus riche en calories que l'essence, se montre capable de faire développer, à un moteur de caractéristiques déterminées, une puissance supérieure à celle qu'il fournit lorsqu'on l'alimente avec de l'essence. Par contre, aux « supercarburants » renfermant de l'alcool, on pourrait faire le reproche d'être moins abondamment pourvus de

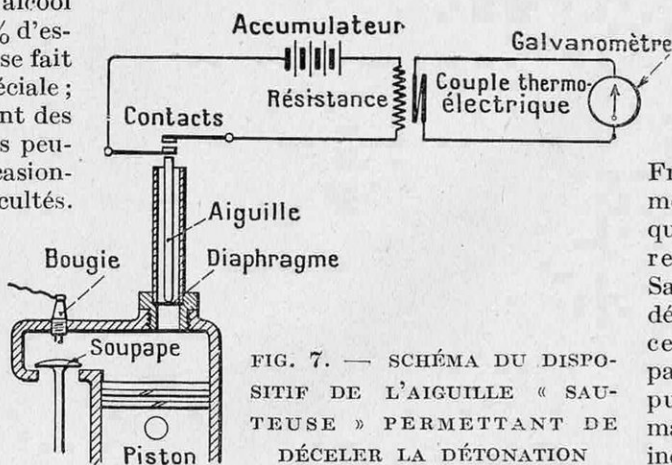


FIG. 7. — SCHÉMA DU DISPOSITIF DE L'AIGUILLE « SAUTEUSE » PERMETTANT DE DÉCELER LA DÉTONATION

calories, mais on leur reconnaît cependant une supériorité : c'est de jouer le rôle du décalaminant ou d'anticalaminant, grâce à la présence de l'alcool, donc, d'entraver l'encrassement du moteur.

De toute façon, que le « supercarburant » possède ou non des vertus autres que sa résistance à la détonation il est, en tout cas, fort intéressant, puisque, en permettant d'augmenter le taux de compression du moteur, il procure une économie de combustible, une moindre usure des organes, un plus grand agrément de conduite, et, s'il n'est pas possible de chiffrer économie et agrément, on peut estimer, en tout cas, que le gain réalisé compense le léger écart de prix que présente le supercarburant par rapport à l'essence ordinaire.

Le « nombre d'octane »

La cause des supercarburants paraissant entendue, le désir nous vient de pouvoir connaître exactement leurs qualités : nous pourrions ainsi mieux les choisir et nous en servir avec plus de sécurité. Le renseignement désiré

nous est donné sous la forme d'un nombre : *l'incide d'isooctane*, que, dans une hâte un peu excessive à simplifier, on appelle *nombre d'octane*, expression assez incorrecte.

Le nombre d'octane nous fixe avec une précision suffisante sur la résistance à la détonation du « supercarburant » qui en est affecté ; il figure, aux Etats-Unis, sur les distributeurs de combustibles spéciaux ; en sera-t-il de même en France ? Nous l'espérons. Avouons pourtant que, pour l'instant, les raffineurs — à quelques exceptions près — n'ont pas l'air de se soucier beaucoup de cette question ; il serait souhaitable pourtant qu'ils l'étudient et montrent ainsi aux usagers de l'automobile qu'ils sont les collaborateurs des constructeurs de moteurs, en fournissant à ceux-ci des combustibles qui leur permettent de réaliser des engins à haut rendement.

Mais revenons à notre sujet, en espérant que, bientôt, nos notions sur le nombre d'octane nous seront utiles. Qu'est-ce que

le nombre d'octane ? C'est un coefficient obtenu par comparaison avec un « combustible-type » dont l'aptitude à détoner est rigoureusement connue. Le combustible-type est composé de deux hydrocarbures : l'heptane et l'isooctane, choisis comme carburants de référence pour leur constitution chimique strictement définie. Le premier est très détonant, alors que le second présente une résistance maximum à la détonation. En faisant un mélange, en proportions variables, de ces deux produits, on peut établir une gamme chiffrée représentant la résistance à la détonation.

D'après cela, dire d'un carburant qu'il est caractérisé par 70 octane signifie que ce carburant équivaut, en ce qui concerne ses propriétés indétonantes, à un carburant formé de 70 volumes d'isooctane et de 30 volumes d'heptane.

La détermination expérimentale du nombre d'octane, pour un carburant donné, est des plus intéressante. La méthode la plus répandue consiste à faire usage d'un moteur aux caractéristiques

exactement connues, que l'on fait tourner, avec une avance à l'allumage constante et sous une température constante, à une vitesse constante au moyen d'un groupe génératrice-moteur synchrone ; le taux de compression du moteur à explosion est assez élevé (8 à 9) pour que le phénomène de la détonation apparaisse certainement. On commence par alimenter le moteur avec le carburant à essayer ; la détonation se manifeste d'une certaine façon. On cherche alors à reproduire le même phénomène, avec le même degré d'intensité, en alimentant le moteur avec un carburant dont le nombre d'octane est connu : lorsque ce résultat est obtenu, on en déduit la valeur indétonante du carburant essayé. Pratiquement, on commence par « encadrer » le nombre d'octane de ce dernier en se servant d'un carburant moins détonant et d'un carburant plus détonant ; on se rapproche ensuite, par approximations successives, de la valeur exacte en resserrant l'intervalle jusqu'à ce

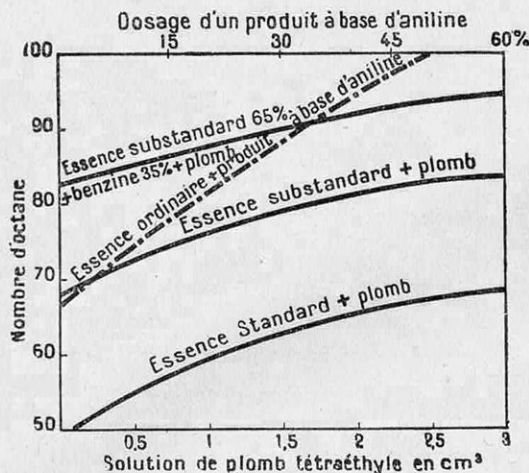


FIG. 8. — DIAGRAMME COMPARATIF DES PROPRIÉTÉS INDÉTONANTES DE QUELQUES SUPERCARBURANTS (NOMBRE D'OCTANE)

que l'équivalence soit réalisée. La précision de la méthode est généralement de $\pm 1\%$ en nombre d'octane ; en procédant avec beaucoup de soin, elle peut même être plus poussée.

Pour procéder commodément et avec assez d'exactitude, on se doute qu'il ne suffit pas d'évaluer « à l'oreille », le phénomène de la détonation : on déterminerait difficilement ainsi l'équivalence qu'il s'agit justement d'établir. Il a donc fallu faire usage d'un appareil de mesure.

La température du mélange tonnant croissant avec la détonation, on a songé à utiliser cette relation pour déceler la détonation, en se servant d'un véritable pyromètre.

Mais cette méthode est supplantée par une autre, plus commode et plus précise : celle de la « bouncing pin », l'aiguille sauteuse.

L'aiguille sauteuse est une tige métallique qui repose sur un diaphragme élastique constituant une petite partie de la paroi de la chambre d'explosion du moteur ; cette aiguille, par son autre extrémité, peut fermer un circuit électrique comprenant une résistance ou un voltamètre, suivant que l'on désire effectuer une mesure instantanée ou une mesure prolongée. Le diaphragme se déforme sous l'effet des pressions qui prennent naissance dans la chambre d'explosion, mais cette déformation est liée, bien entendu, à la valeur de ces pressions et, notamment, aux élévations quasi instantanées de pression qui accompagnent la détonation. Le courant traverse donc la résistance ou le voltamètre intercalé dans le circuit de l'appareil pendant un temps d'autant plus long que la détonation est plus forte ; il en résulte une décomposition de l'eau ou un échauffe-

ment proportionnel de la résistance. L'importance de la décomposition est évaluée sur une échelle graduée. L'échauffement est mesuré au moyen d'un galvanomètre dans lequel on envoie le courant produit par un couple thermoélectrique en relation avec la résistance. On décèle ainsi, à l'aide de l'un ou l'autre des appareils, le phénomène de la détonation, et l'équivalence peut être enregistrée commodément et avec précision.

Le nombre d'octane est ainsi déterminé

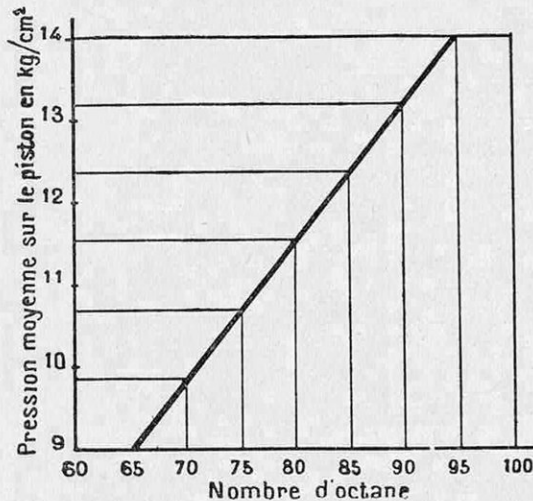


FIG. 9. — LA PRESSION MOYENNE SUR LE PISTON, POUR LE TAUX DE COMPRESSION MAXIMUM UTILISABLE, VARIE, POUR LES DIFFÉRENTS CARBURANTS, A PEU PRÈS PROPORTIONNELLEMENT AU NOMBRE D'OCTANE. LA PUISSANCE DÉVELOPPÉE PAR LE MOTEUR SUIT LA MÊME LOI

de ce dernier soit sensiblement proportionnelle au nombre d'octane : l'intérêt de disposer de carburants franchement indétendants se trouve confirmé une fois de plus, de façon particulièrement directe.

Souhaitons, pour conclure, que des carburants, toujours meilleurs, nous soient livrés et que, bientôt, l'indication de leur nombre d'octane nous soit fournie : cela nous permettra d'utiliser, en toute connaissance de cause, les produits qui conviennent réellement à nos moteurs, en attendant que, inversement, ces derniers bénéficient encore des remarquables progrès accomplis dans la technique des carburants.

HENRI TINARD.

Pour se libérer de la production étrangère, l'Angleterre va entreprendre industriellement l'extraction du pétrole de la houille (voir La Science et la Vie, n° 188, page 441). On estime que, dans dix-huit mois, 1.350.000 hectolitres de pétrole synthétique seront ainsi livrés annuellement à la consommation.

COMMENT ON PRODUIT LA Foudre ARTIFICIELLE AU LABORATOIRE INDUSTRIEL

Par Charles BRACHET

Notre éminent collaborateur le professeur Houllevigue a exposé, d'autre part (1), comment les savants américains et allemands avaient obtenu des tensions électriques de l'ordre de 10 millions de volts en vue de la désintégration de la matière. Mais, au point de vue industriel, la réalisation de tensions très élevées se propose un tout autre but. Il s'agit, en effet, d'étudier les effets de choc dus aux « coups de foudre » sur les lignes de transport d'énergie électrique. Il y aura bientôt dix ans qu'au laboratoire Ampère, installé près de Paris, le million de volts fut atteint (2). Aujourd'hui, cette tension a été triplée, grâce à un dispositif nouveau qui permet aux ingénieurs de régler l'allure de l'onde à front raide ainsi produite, et d'en étudier les effets destructeurs en vue d'améliorer le rendement des transports d'énergie à grande distance et à haute tension qui sillonnent depuis peu l'Europe et l'Amérique (3).

L'HISTOIRE de la science n'est qu'un perpétuel recommencement, sans cesse à plus grande échelle. Qui eût pensé, il y a seulement dix ans, que l'industrie électrique consentirait à dépenser des millions pour recommencer en grand l'expérience que Musschenbroeck, le physicien de Leyde, fit en 1745 et qui consistait à tirer une étincelle de sa fameuse bouteille.

En Allemagne, les laboratoires de l'A. E. G. ont déjà mis en train de telles expériences, qui ont pour but de soumettre les dispositifs d'isolement des grands réseaux électriques aux mêmes épreuves que la foudre leur fait subir quand elle vient à frapper les lignes de transport. En France, c'est au laboratoire Ampère, de la *Compagnie d'Electro-céramique*, déjà installé en 1923 pour les essais de surtensions en courants alternatifs de 1 million de volts (2), que revenait l'initiative de mettre en action la foudre artificielle. C'est pourquoi nous avons assisté, cet été, à un véritable orage, non pas dans un verre d'eau, mais dans le vaste hall métallique formant la cage de Faraday sous laquelle s'abrite, à Ivry, ce laboratoire modèle. Les nuages, chargés d'amonceler la charge électrique et de la porter au potentiel formidable de 3 millions de volts, étaient figurés par cent condensateurs disposés sur les dix étages d'une tour

en porcelaine, et les éclairs ainsi obtenus atteignirent 4 m 50, ce qui est la plus grande longueur réalisée actuellement en Europe par de tels orages artificiels.

Pourquoi il est inutile d'obtenir des tensions de courant supérieures au million de volts

Nous voilà donc informés de la différence essentielle qui sépare les nouveaux essais des anciens, lesquels furent décrits, en leur temps, par *La Science et la Vie* (2). Les courants alternatifs de haute tension (1 million de volts), qui étaient seuls mis en action jusqu'ici, s'obtenaient par une élévation de tension du type industriel au moyen de trois « transformateurs » à enroulements, à isolement par air. Chacun de ces échelons transforme le courant dans le même rapport de tension qui est de 500 à 375.000 volts.

Ces transformateurs peuvent être employés, soit individuellement, en donnant une puissance de 125 kilowatts à la tension de 375.000 volts entre un pôle et la terre, soit branchés en parallèle.

Le couplage des appareils « en cascade » permet d'obtenir une tension de 1 million de volts entre un pôle et la terre. Dans ce cas (fig. 4), le transformateur I est alimenté à 500 volts (par le groupe convertisseur de l'établissement), le transformateur II est excité en connectant ensemble le même nombre de spires des circuits secondaires du I et du II,

(1) Voir page 190 de ce numéro.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 81, page 185.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 188, page 119.

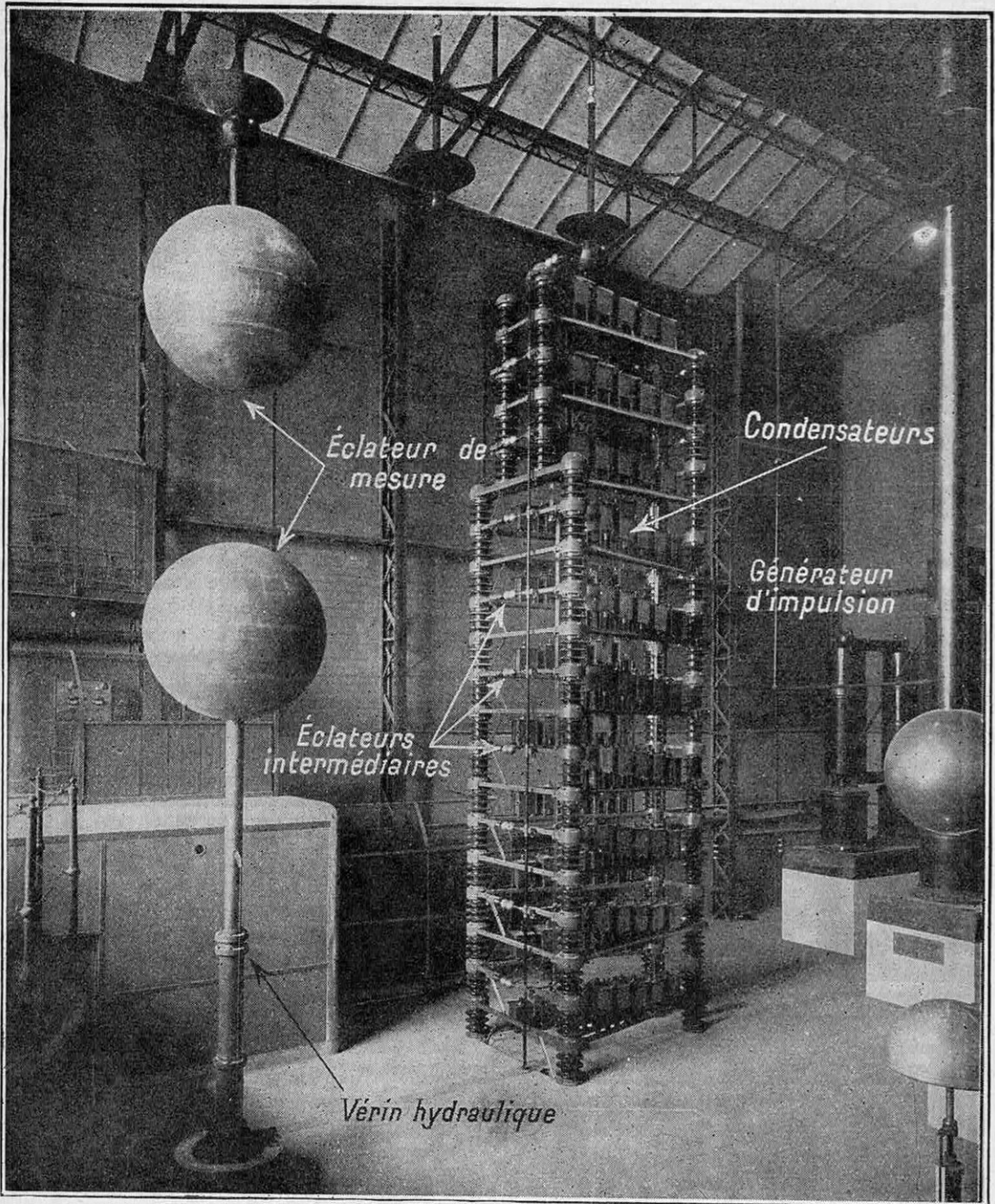


FIG. 1. — ENSEMBLE DE L'INSTALLATION DU LABORATOIRE AMPÈRE, PRÈS DE PARIS, POUR LA PRODUCTION DES « ÉTINCELLES DE CHOC » A 3 MILLIONS DE VOLTS

Le grand échafaudage représente le « générateur d'impulsions » dont le schéma est donné dans l'article. C'est un bâti entièrement en porcelaine comportant dix étages avec deux groupes en série de cinq condensateurs à 20.000 volts par étage. On aperçoit à chaque étage les éclateurs intermédiaires. Les deux grosses sphères sont celles de « l'éclateur de mesure » entre lesquelles a jailli l'étincelle photographiée (fig. 2). Lorsque la charge des condensateurs correspond à la distance d'éclatement de l'étincelle des éclateurs intermédiaires, cette étincelle jaillit de proche en proche et décharge tous les condensateurs placés en série. Dans cette décharge, les tensions individuelles s'ajoutent, de sorte que l'étincelle finale, qui éclate entre l'armature positive du dernier condensateur et l'armature positive du premier, reliées à l'éclateur de mesure, atteint 3 millions de volts. Au premier plan, les installations destinées aux épreuves d'objets divers. Dans le fond, les cylindres verticaux sont les transformateurs de haute tension qui font partie de l'installation d'épreuve à courants alternatifs (arcs entretenus).



FIG. 2. — UNE « ÉTINCELLE DE CHOC » JAILLISSANT SOUS UNE TENSION DE 3 MILLIONS DE VOLTS ENTRE LES SPHÈRES DE L'ÉCLATEUR DE MESURE

C'est un véritable coup de foudre artificiel. On aperçoit même les ramifications qui, d'après la théorie de Simpson (1), montrent le sens de l'éclatement, le pôle négatif étant en bas. Les éclairs d'orage présentent rigoureusement le même aspect.

tandis que le transformateur III est excité en reliant directement son circuit primaire avec le primaire de II, c'est-à-dire avec une différence de potentiel de 500 volts seulement, mais à une tension « absolue » de 625.000 volts par rapport au sol. Ces 625.000 volts s'additionnant aux 375.000 acquis dès le premier étage de transformation fournissent bien le million de volts prévu.

Les réseaux électriques modernes utilisent seulement, en France, en Italie et en Allemagne, la tension maximum de

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 171, page 197.

220.000 volts (1). On envisage bien d'installer, en Russie, en Allemagne et en Amérique, des lignes à 360.000 volts, mais on n'est pas certain que les pertes de tels conducteurs, par l'effet « corona » des effluves, ne viennent détruire les bénéfices de la tension. En sorte que, sans être accusé de timidité, on peut considérer que les réseaux actuels à courants éternatifs touchent aux tensions les plus élevées qu'ils connaîtront jamais. Tant et si bien qu'au lieu de chercher à élever encore ces tensions, certains techniciens préconisent, dès maintenant, le retour au courant

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 188, page 119.

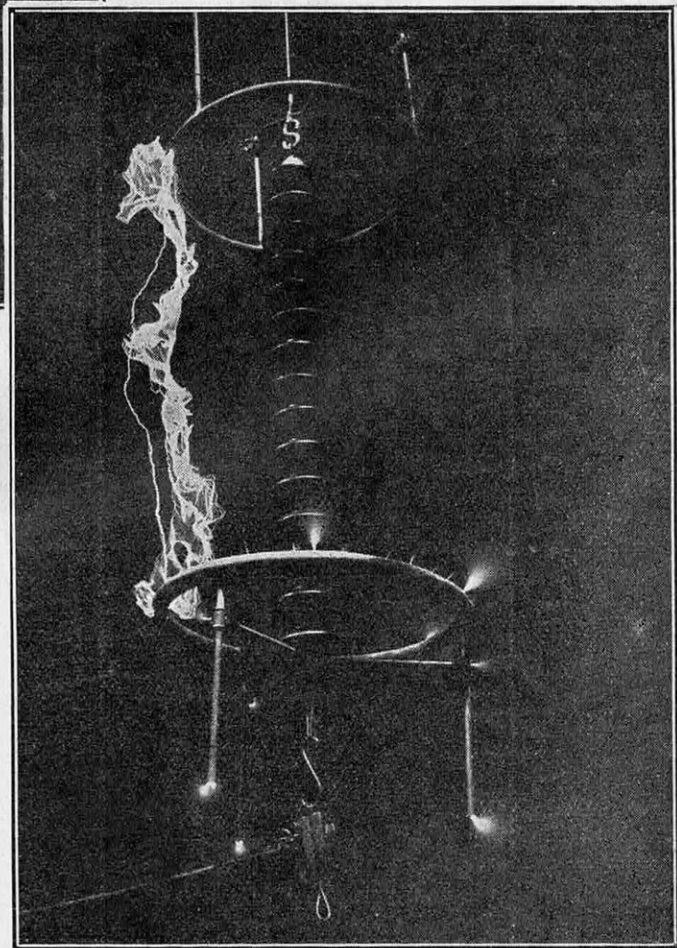


FIG. 3. — UN ARC ENTRETENU (PAR COURANT ALTERNATIF) SOUS LA TENSION DE 1 MILLION DE VOLTS

Cette « étincelle » en draperie éclate ici entre les cercles métalliques chargés « d'égaliser le potentiel » autour d'une chaîne d'isolateurs du type mis en service sur la ligne à 220.000 volts reliant Paris aux usines hydroélectriques du Plateau Central. On aperçoit ici toute la différence qui sépare ces arcs de l'étincelle de choc. Remarque : durant une période du courant, toutefois, l'étincelle s'est détachée du faisceau général (à gauche) et a pris l'aspect isolé de l'étincelle de choc.

continu qui, sous conducteurs suffisamment gros et à voltage convenable, serait plus économique. Il était donc inutile de pousser au delà du million de volts (comme l'ont fait les laboratoires industriels américains) la tension d'épreuve des lignes de transport d'énergie en courants alternatifs.

Par contre, l'épreuve par « étincelles de choc », qui sont celles du « coup de foudre », devait être poussée aux voltages les plus élevés.

Comment le « générateur d'impulsions » produit l'étincelle de choc

Dans cette nouvelle voie, l'élévation de tension, qui s'obtient par des séries de condensateurs (et non plus de transformateurs), est théoriquement illimitée.

Les dimensions du laboratoire Ampère, comme le devis des expériences envisagées, ont limité, pour l'instant, à 3 millions de volts la production de ces « étincelles de choc », que certains laboratoires américains et allemands prétendent pousser bientôt jusqu'à 10 et 12 millions — dans le but d'obtenir la désintégration de certains métaux.

Le principe technique mis en œuvre est fort simple. Il est juste de mentionner, avec M. d'Arsonval qui présidait l'inauguration, que le procédé avait été déjà pratiqué, sous le nom de « machine rhéostatique », par Gaston Planté, le célèbre inventeur des accumulateurs au plomb.

Le schéma simplifié de la figure 6 explique le fonctionnement de l'appareil.

Prenons un certain nombre de condensateurs identiques. Réunissons leurs armatures de mêmes signes par une chaîne de résis-

tances égales. Si nous appliquons à ce montage, dit « en parallèle », un courant continu, chaque condensateur va prendre la même charge électrique, à la tension du courant.

Réunissons maintenant deux à deux les armatures de signes contraires de ces éléments au moyen de conducteurs interrompus, chaque section se composant de

deux sphères métalliques suffisamment écartées. Si l'écartement des sphères est calculé de telle manière que l'étincelle jaillisse entre elles dès que la charge du condensateur sera complète, cette étincelle, en éclatant de proche en proche, déchargera tous les condensateurs « en série ». Autrement dit, dans cet effet de décharge, les tensions individuelles des différents éléments s'additionneront.

Par ce dispositif, Gaston Planté obtint, en 1877, des décharges de 200.000 volts. Il chargeait ses condensateurs « en parallèle » au moyen d'une puissante batterie d'accumulateurs en série fournissant 2.000 volts.

Au laboratoire Ampère, c'est un

transformateur industriel qui remplace la batterie d'accumulateurs. Ce transformateur donne un courant alternatif de 30.000 volts, lequel est redressé par un kénotron (1).

Les condensateurs sont au nombre de cent, étagés sur un immense échafaudage, à raison de cinq par étage. La tension qui leur est assignée individuellement étant, comme nous venons de le dire, de 30.000 volts, on les groupe par cinq montés en série. Chaque groupe, qui porte, en conséquence, la tension à 150.000 volts, est con-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 181, page 3.

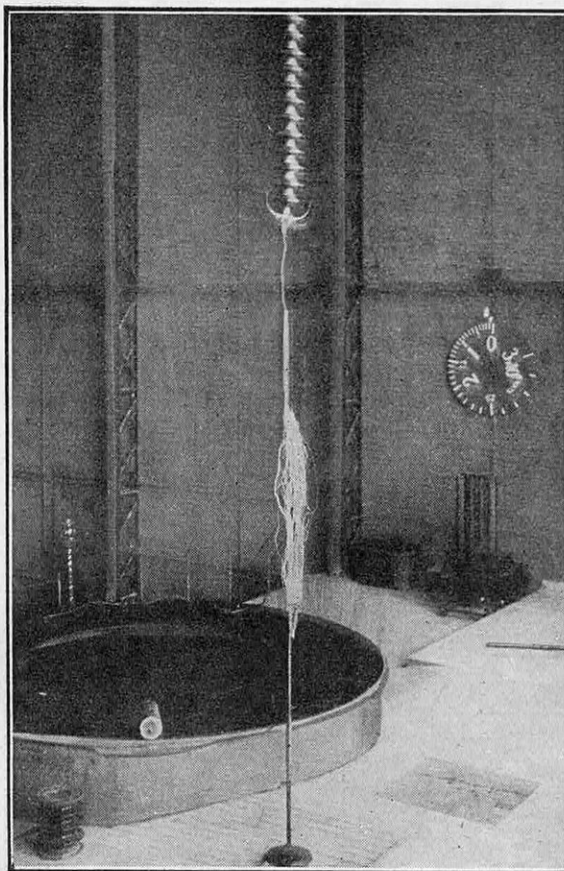


FIG. 4. — AUTRE ASPECT DES ÉTINCELLES OBTENUES PAR COURANTS ALTERNATIFS

L'arc, bien qu'entretenu, laisse voir nettement ici les différentes alternances du courant dissociées.

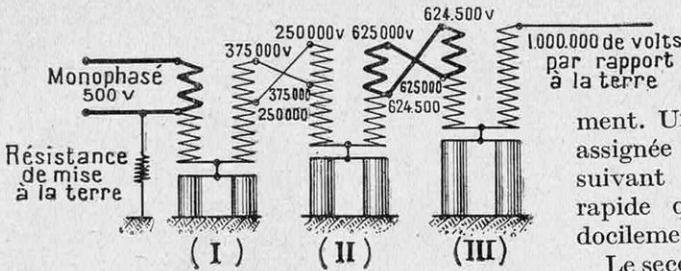


FIG. 5. — COMMENT ON ÈLÈVE LA TENSION D'UN COURANT ALTERNATIF PAR DES TRANSFORMATEURS

Ce schéma, qui n'est donné ici que pour mémoire (1), montre comment un courant monophasé à 500 volts peut être porté à 1 million de volts au moyen de trois étages seulement de transformateurs (voir le texte de l'article).

necté à son voisin par un éclateur calculé pour ne laisser passer l'étincelle qu'au moment où cette première élévation de tension sera atteinte (voir le schéma, fig. 5).

L'éclatement des étincelles à 150.000 volts, survenant simultanément sur les vingt éclateurs (un par étage), assure la décharge en série des cent condensateurs, déjà groupés par cinq — ce qui donne cent fois 30.000, soit 3 millions de volts.

Par des conducteurs spéciaux, la décharge est conduite aux bornes de l'objet à essayer, une chaîne d'isolateurs par exemple. L'étincelle qui jaillit entre les bornes de l'objet (en le contournant, à supposer que celui-ci résiste) constitue l'« étincelle de choc », toute différente, comme on le voit, de l'arc entretenu par court-circuit d'un courant jusqu'ici réalisé.

La mesure de l' « onde à front raide » et ses applications techniques

Le phénomène de cet éclatement dure environ cinq millièmes de seconde — cinq « micro-secondes », ainsi que les physiciens dénomment cette infime subdivision du temps.

Il semble qu'une durée aussi « instantanée » interdise toute analyse détaillée. Cependant, il n'en est rien, grâce à un instrument de mesure prestigieux : l'oscillographe cathodique. Nous rappelons brièvement le principe de cet appareil dont l'inventeur est encore un physicien français, M. Dufour.

Un faisceau d'électrons, obtenu par application d'une tension de 50.000 volts aux électrodes d'un tube à vide, jaillit de la « cathode » et vient frapper une feuille de papier sensible sur lequel son impact laisse

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 81, page 185.

une trace. Le faisceau passe entre deux systèmes de deux plaques parallèles, disposés orthogonalement. Une première variation de tension est assignée au premier système de plaques, suivant une oscillation pendulaire très rapide que le rayon cathodique épouse docilement et qui sert d'étalon de durée.

Le second système de plaques est connecté au circuit de décharge, au moyen d'un potentiomètre qui ne prélève, bien entendu, qu'une infime fraction de l'énorme tension appliquée à ce circuit. Il s'ensuit une nouvelle déviation du « rayon cathodique », proportionnelle aux variations de cette tension pendant la décharge.

La résultante de ces deux courbes n'est autre que l'« onde à front raide », dont l'importance est si grande en électrotechnique, car elle apparaît, dans les circuits industriels, non seulement quand la foudre frappe la ligne, mais encore lorsqu'un court-circuit brutal vient à se produire.

En ce qui concerne le coup de foudre artificiellement obtenu au laboratoire Ampère, le graphique de l'oscillographe cathodique révèle que la tension passe, durant la décharge, du zéro à son maximum de 3 millions de volts en une demi-microseconde. Puis la tension retombe à la moitié de cette valeur maximum en cinq microsecondes. Après quoi, elle s'éteint en pente douce pour re-

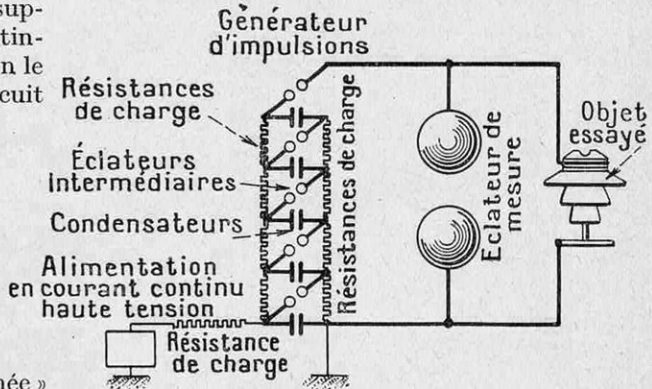


FIG. 6. — COMMENT ON ÈLÈVE LA TENSION PAR DES CONDENSATEURS

Ce montage explique comment le courant arrivant par la « résistance de charge », sous la forme d'un courant continu de haute tension (30.000 volts), charge « en parallèle » tous les condensateurs. La charge étant parvenue à saturation dans chaque élément, une étincelle éclate entre les éléments successifs par les éclateurs intermédiaires disposés de façon à former une seule « série » avec leur ensemble. Ainsi la tension réalisée entre les bornes extérieures du montage (éclateur de mesure) atteint le total des tensions élémentaires.

joindre le zéro en quelques microsecondes supplémentaires.

A l'aide de résistances appliquées (en série ou en parallèle) au circuit portant l'objet soumis aux essais, les ingénieurs peuvent modifier à leur gré l'allure de l'onde à front raide.

Les nombreux résultats relevés, dans différents pays, sur les lignes à haute tension les ont conduits à l'emploi, au laboratoire, de trois sortes d'ondes de ce genre :

1° *L'onde courte* dont le temps t_1 (passage du zéro au maximum) ne dépasse pas une demi-microseconde, et le temps t_2 (chute du demi-maximum) égale 5 microsecondes. C'est la plus sévère pour les isolateurs ;

2° *L'onde moyenne* dont t_1 se mesure par une microseconde et t_2 par 10 microsecondes ;

3° *L'onde longue* dont t_1 se mesure par une microseconde et demie et t_2 par 40 microsecondes. C'est l'onde essayée sur les appareils transformateurs.

Telle est la précision vraiment remarquable que l'oscillographe cathodique permet de réaliser dans ce qu'on pourrait appeler l'infiniment petit du temps.

Les particularités de l'installation

Nous avons dû nous contenter, dans cet article, de schématiser l'installation qui

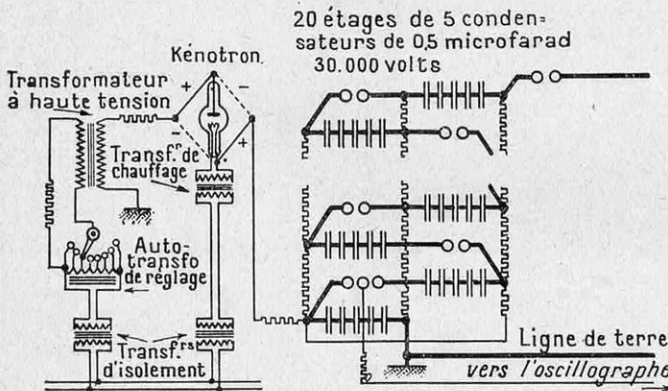


FIG. 7. — SCHEMA DU « GÉNÉRATEUR D'IMPULSIONS » FONDÉ SUR LE PRINCIPE DU SCHEMA PRÉCÉDENT
Le courant alternatif à 30.000 volts, redressé par kénotron, charge en parallèle non des condensateurs isolés, mais des groupes de condensateurs établis en séries de cinq, en sorte que la décharge des éclateurs intermédiaires se produit à 150.000 volts au lieu de 30.000. La totalisation à 3 millions de volts s'effectue donc en vingt échelons seulement, au lieu de cent qui seraient nécessaires pour un chapelet rigoureux d'éléments complètement isolés.

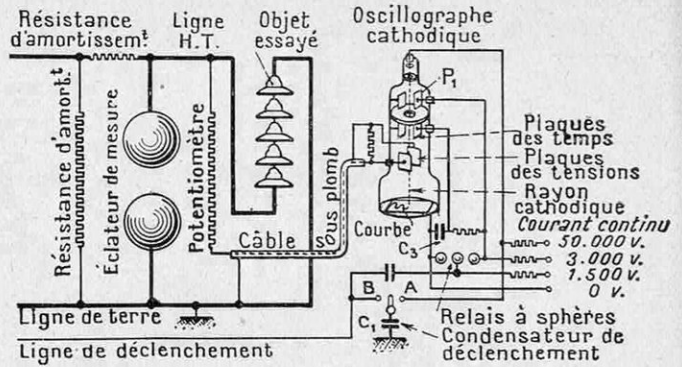


FIG. 8. — LE DISPOSITIF DE MESURE DE L'ÉTINCELLE DE CHOC INSTALLÉ AU LABORATOIRE AMPÈRE

L'éclateur de mesure est relié aux plaques des tensions d'un oscillographe cathodique Dufour par câbles isolés électrostatiquement (sous plomb) branchés en dérivation. Les plaques des temps sont soumises à des oscillations étalonnées. En P_1 , une paire de plaques supplémentaire permet de dévier le rayon cathodique hors du diaphragme. La « ligne de déclenchement », qu'on peut suivre en remontant à son origine (précédent schéma), relâche le rayon cathodique, par l'intermédiaire des plaques P_1 , au moment où l'étincelle éclate et met le rayon de nouveau hors circuit quand elle a éclaté. Le balayage du papier sensible (situé à la base de l'oscillographe) par le rayon cathodique oscillant sous la double impulsion des plaques des tensions et des plaques des temps fournit la courbe de l'onde à front raide obtenue.

permet d'obtenir ces résultats. Nous devons, cependant, noter les grandes difficultés qu'entraîne cette réalisation technique.

La construction matérielle du générateur d'impulsions impose, en particulier, des conditions contradictoires, comme celle d'isoler électriquement tous les étages et celle de ne pas « trianguler » l'échafaudage par des pièces métalliques, ce qui prive le constructeur de l'un de ses moyens les plus classiques. Il a donc fallu établir une tour de 12 mètres de hauteur sur piliers de porcelaine, dont chacun supporte une pression de 6 tonnes.

La commande des éclateurs de décharge disposés à chaque étage de la tour, dont l'écartement doit être réglé avec précision, ne pouvait davantage se faire par organes métalliques. A cet effet, les vingt éclateurs ont été reliés par deux lignes d'arbres en porcelaine d'une longueur totale de 24 mètres, commandés à distance, à partir d'un pupitre général du laboratoire, à l'aide d'un contacteur approprié.

Le « circuit de terre », par lequel se ferme le circuit de décharge entre le groupe de condensateurs

le plus élevé et le groupe de condensateurs le plus bas (après passage de l'étincelle par le circuit d'expérience), a dû être réalisé avec la plus extrême minutie, indépendamment du circuit de terre de l'ensemble du bâtiment (le hall tout entier, rappelons-le, constitue une cage de Faraday géante.) On a donc creusé deux puits, qui descendent au-dessous du niveau de la nappe d'eau souterraine de la Seine, dans laquelle les plaques de terre sont plongées.

La tension totale très élevée, qu'il s'agissait de mesurer, a nécessité la construction d'un « éclateur de mesure » géant, comportant deux sphères de 2 mètres de diamètre pesant chacune 500 kilogrammes. La sphère inférieure est montée sur un piston hydraulique, dont la manœuvre par télécommande assure le réglage de l'écartement. La tension réalisée est, en effet, proportionnelle à cet écartement, duquel dépend la longueur de l'étincelle de décharge.

La lecture de cet écartement s'effectue à distance par un système optique dont l'oculaire est situé verticalement sur le pupitre de commande, tandis qu'une lunette astronomique horizontale (insérée dans la maçonnerie) formant périscope, vise une échelle graduée solidaire du piston hydraulique de l'éclateur. C'est la longueur de l'étincelle jaillissant entre les deux sphères de l'écla-

teur géant qui fournit la tension dérivée qu'enregistre l'oscillographe.

Notons enfin que, pour assister au spectacle de la foudre artificielle, les invités doivent se tenir dans des loges grillagées de métal, formant ces cages protectrices que l'on nomme du nom de l'illustre physicien anglais Faraday, mais qui devraient s'appeler « de Romas », comme l'a fait observer M. d'Arsonval.

L'avenir de la foudre artificielle

C'est, en effet, en mai 1753, à Nérac, que le physicien français Jacques de Romas capta, bien avant Franklin, au moyen d'un cerf-volant lancé dans les nuées d'un orage, l'électricité atmosphérique. Il obtint des étincelles de 6 mètres de longueur et « de la grosseur du bras », qui éclataient avec un bruit de canon, faisant sauter les vitres du voisinage. En dirigeant ces étincelles, au moyen d'un excitateur, sur le point qu'il voulait frapper,

de Romas put disloquer des troncs d'arbres et des blocs de maçonnerie, et foudroyer de gros animaux, « tandis qu'il protégeait efficacement contre ces puissantes décharges, nous dit M. d'Arsonval, des pigeons enfermés dans une cage métallique reliée à la terre ». Ces cages à pigeon n'étaient autres que les futures cages « de Faraday ».

Une étincelle de 6 mètres « grosse comme

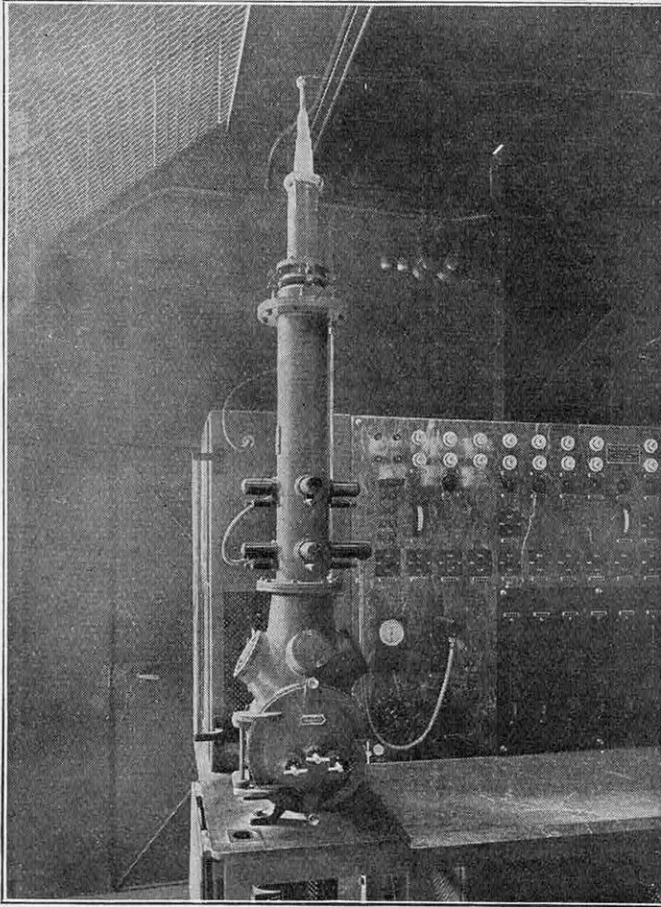


FIG. 9. — L'OSCILLOGRAPHE CATHODIQUE DUFOUR, AU LABORATOIRE AMPÈRE

Le rayon cathodique (faisceau d'électrons) est fourni (borne terminale du tube) par un courant continu à 50.000 volts. On aperçoit, émergeant radialement du cylindre, les connexions des plaques des temps avec, au-dessous, celles des tensions. Le vide règne dans l'appareil.

le bras »... En admettant une illusion d'optique sur la grosseur de l'étincelle, on ne peut s'empêcher de comparer cette foudre naturelle à la foudre artificielle du laboratoire Ampère — d'autant plus que d'audacieux physiciens allemands renouvellent maintenant, chaque année, l'expérience de Romas, en Suisse, au Monte Generoso (1). Ceux-ci pensent avoir obtenu des étincelles de 8 millions de volts, et ce qu'ils cherchent à réaliser par leur action, ce n'est plus la dislocation de blocs de maçonnerie, mais la désintégration atomique de la matière.

Il est bien évident que le seul moyen d'atteindre ce but, industriellement, sera d'élever encore davantage (jusqu'à 10 et 12 millions de volts) la tension de la foudre artificielle maniée par les ingénieurs.

Mais la tension ne suffira pas. Il faudra l'intensité, si l'on veut aussi du « rendement ».

L'intensité instantanée maximum de l'étincelle obtenue au laboratoire Ampère atteint 3.000 ampères, ce qui donne, sous 3 millions

(1) Voir page 190 de ce numéro.

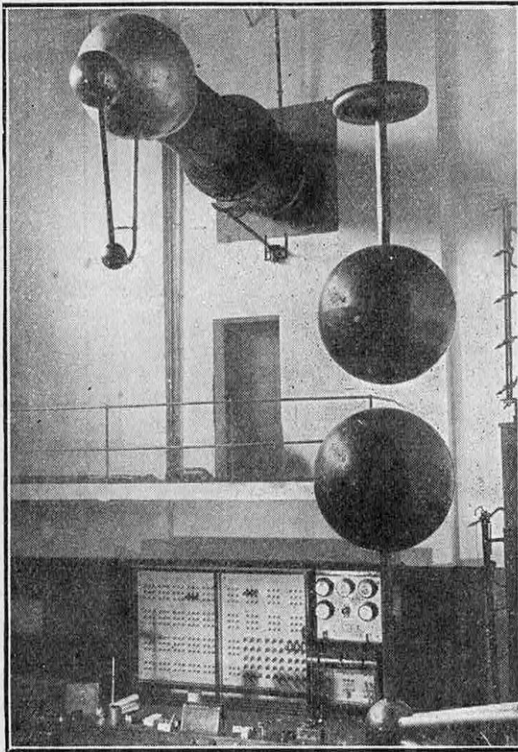


FIG. 10. — LE LABORATOIRE ALLEMAND DE L'« A. E. G. » POUR LA PRODUCTION DES ÉTINCELLES DE CHOC A HAUTE TENSION

Les tensions obtenues seront peut-être supérieures à 3 millions de volts, mais ne dépassent pas, pour l'instant, celles du laboratoire Ampère.

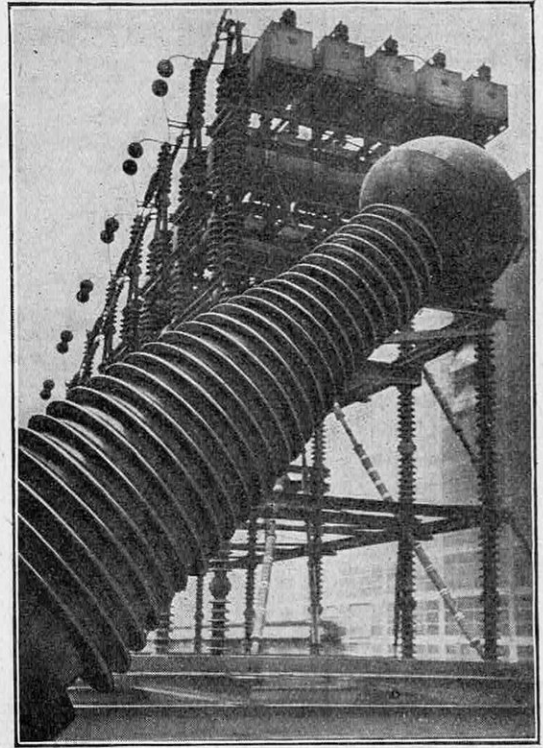


FIG. 11. — LA CONCEPTION DU LABORATOIRE ALLEMAND POUR LES HAUTES TENSIONS

Elle diffère de celle du laboratoire Ampère en ce que le générateur d'impulsions, au lieu d'être étagé en une tour verticale, l'est en « escaliers ». Cette installation est réalisée en plein air.

de volts, une puissance instantanée de 9 millions de kilowatts — deux fois la puissance de toutes les centrales électriques de France. Quelle ne doit pas être la puissance instantanée de la foudre !

Et, si l'on parvenait jamais à fixer l'énergie de telles décharges, à l'accumuler statiquement, par exemple, sur les sphères qui, jusqu'ici, ne servent, hélas ! qu'à régler son explosion, quelle puissance industrielle représenterait l'électricité statique ainsi concentrée ! Le physicien Cornu a calculé que si deux sphères, de 1 centimètre de rayon chacune, portaient seulement chacune une unité de charge électrique (un coulomb), leur répulsion (ou leur attraction) réaliserait, sur 1 centimètre de parcours, plus de travail qu'un moteur de 1 milliard de chevaux.

Entre cette rêverie théorique et les surprises industrielles que nous réserve probablement l'électricité statique, il y a de la marge — donc un sérieux espoir pour les ingénieurs de l'avenir.

CHARLES BRACHET.

DANS L'HISTOIRE DES AILES, L'AVIATION DE GROUPE MARQUE UNE ÉTAPE DÉCISIVE

Par José LE BOUCHER

Aux raids aériens isolés en vue d'établir des records plus ou moins exceptionnels, vient de succéder dans le domaine de la navigation aérienne, le vol groupé : vingt-quatre appareils italiens ont pu ainsi parcourir un itinéraire de près de 10.000 kilomètres, en reliant Rome au lac Michigan, en passant par l'Islande, après avoir franchi les Alpes à 4.000 mètres d'altitude et survolé l'Océan sur 2.400 kilomètres. Tel est le résultat probant et homogène obtenu grâce à la discipline des hommes et à la méthode des techniques sous l'impulsion d'un homme : le général Balbo, qui, en 1930, avait déjà traversé l'Atlantique-Sud avec dix hydravions du même type (1). Pilotant avec précision et rapidité, d'un continent à l'autre, vingt-quatre avions équipés de deux moteurs de 900 ch et pesant 11 tonnes chacun, les aviateurs placés sous ses ordres ont remporté une victoire unique à ce jour dans l'histoire des ailes, et qui ne saurait être égalée, dans l'état actuel des choses, par aucune autre aviation du monde. Quelle patiente et minutieuse mise au point d'appareils hors de pair, quel entraînement d'un personnel d'élite pour adapter les uns et les autres à leur tâche ! Les moteurs utilisés étaient, en effet, des engins de grande série, parfaitement contrôlés, et seules les coques des hydravions avaient été affinées et allégées pour le vol d'escadre à grand rayon d'action. Il est désormais démontré, contrairement à certaines opinions trop dogmatiques, que l'hydravion est capable, comme l'avion, d'assurer la régularité et la sécurité des plus grandes croisières. La T. S. F. dans cet exploit magnifique, a joué son rôle et l'on peut affirmer qu'il ne fût pas le moindre. C'est à elle que l'escadre aérienne du général Balbo est redevable d'avoir traversé les banes de brume et conservé la fidélité des routes tracées et les rigueurs des formations aériennes adoptées. Demain, une armée aérienne peut, du point de vue stratégique, manœuvrer avec précision et ampleur vers un objectif déterminé : vingt-quatre avions partant de Milan pourraient, en quelques heures, bombarder Lyon. La traversée des Alpes, dans les conditions fixées par l'état-major de l'Aéronautique italienne, suffit à le démontrer. Quoi qu'il en soit, l'aviation de groupe a fait ses preuves : toutes les possibilités aériennes lui sont permises...

L'EXPLOIT accompli par l'escadre italienne du général Italo Balbo peut tenir en quelques lignes, si l'on s'en tient aux faits.

Le 1^{er} juillet, vingt-quatre hydravions Savoia S. 55, plus un appareil-atelier, s'envolent à l'aube de la rade d'Orbetello et se posent à Amsterdam. Ils ont parcouru 1.400 kilomètres et survolé les Alpes. En touchant l'eau, l'un d'eux capote. Un homme de l'équipage est tué.

Le 2 juillet, l'escadre, diminuée d'une unité, quitte les eaux hollandaises pour l'Irlande. Il s'agit d'une étape maritime de 1.000 kilomètres.

Le 5 juillet, départ d'Irlande pour l'Islande : Londonderry-Reykjavik. Distance : 1.500 kilomètres au-dessus de l'eau. Voyage sans histoire.

Le 12 juillet, le général Italo Balbo, dans

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 165, page 19.

l'appareil de tête, donne le signal d'envol. Le but à atteindre ? Cartwright, sur la côte du Labrador. La distance ? 2.400 kilomètres. Les Savoia S. 55 décollent sans trop de difficultés, avec la lourde charge de combustible nécessaire à un vol de douze heures environ.

Le 13 juillet, départ pour Shediac, dans le New-Brunswick. Distance : 1.200 kilomètres.

Le 14 juillet, l'escadre s'envole pour Montréal. Les 800 kilomètres qui séparent le petit port de Shediac de la grande ville canadienne sont parcourus en moins de quatre heures.

Le 15 juillet, la dernière étape Montréal-Chicago est effectuée. Les 1.400 kilomètres sont franchis à une moyenne de 220 kilomètres à l'heure environ.

Ici s'arrête la première phase de l'audacieuse expédition organisée par le général

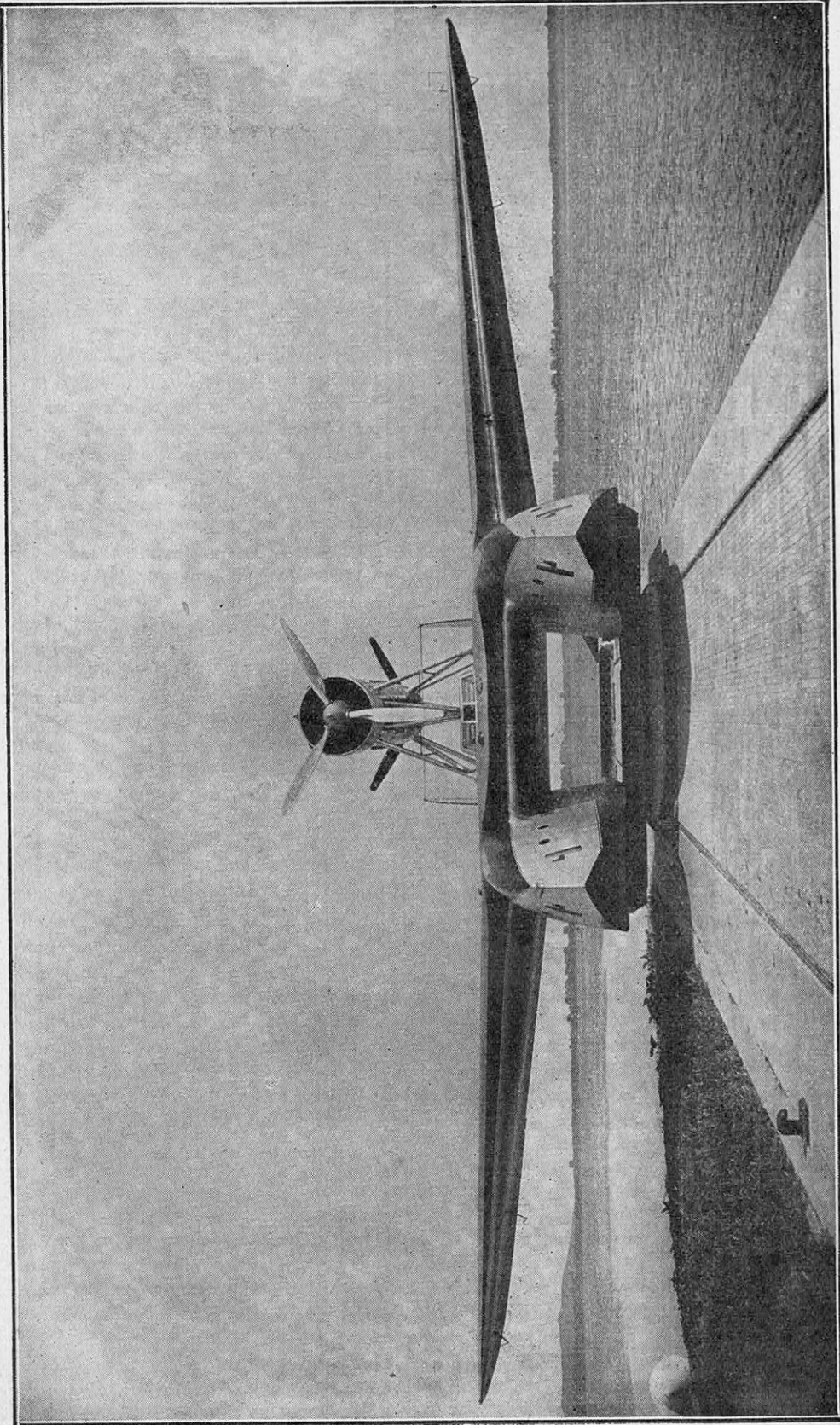


FIG. 1. — VOICI UN DES VINGT-QUATRE HYDRAVIONS « S. 55 » QUI COMPOSaient L'ESCADRE DU GÉNÉRAL BALBO ENVERGURE, 24 mètres ; longueur, 16 mètres ; hauteur, 5 mètres ; surface portante, 93 mètres carrés ; poids à vide, 5.750 kilogrammes ; charge utile, 5.000 kilogrammes. Chaque hydravion était équipé de deux moteurs de 900 ch chacun de puissance effective.

Balbo. Le grand animateur italien avait voulu apporter à l'exposition de Chicago « Un siècle de progrès », la collaboration de son pays.

Si la traversée de l'Atlantique Nord représente aux yeux du public le meilleur de l'effort italien et symbolisé plus particulièrement le prestige acquis par le pavillon italien au cours de ce voyage sans précédent, on aurait tort de ne pas attribuer une importance toute particulière à la traversée des Alpes accomplie au cours de la première étape.

Il faut bien le remarquer. La route la plus

L'exploit, sans précédent dans l'histoire aéronautique, ainsi accompli, est de nature à rectifier bien des erreurs communément admises dans les états-majors sur l'emploi et l'utilité des hydravions dans la bataille et aussi sur les divers aspects de la menace aérienne.

Le chapitre économique de la leçon de Balbo tient particulièrement dans l'histoire de l'étape Islande-Labrador.

La traversée régulière de l'Atlantique, Nord sera-t-elle possible, un jour prochain par cet itinéraire ? A la vérité, cinq voyages de prospection avaient déjà eu lieu sur ce

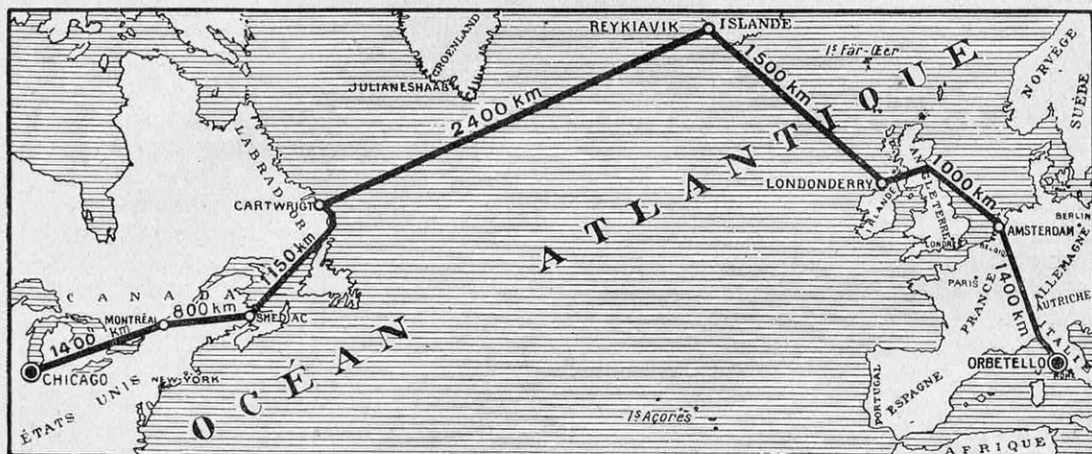


FIG. 2. — CARTE MONTRANT LES SEPT ÉTAPES EFFECTUÉES PAR L'ESCADRE AÉRIENNE DU GÉNÉRAL BALBO, D'ORBETELLO A CHICAGO

La vitesse moyenne accomplie au cours de ces étapes a toujours été supérieure à 200 km-heure. Par suite de la non concordance des heures d'arrivée et de départ publiées jusqu'ici, il a été impossible, même aux autorités compétentes de l'ambassade d'Italie à Paris, de fixer exactement les vitesses pour chaque étape. Seul le rapport officiel du général Balbo pourra donner des précisions à cet égard.

directe vers Chicago n'était pas celle choisie par Balbo. Partir d'Orbetello directement pour Amsterdam avec des hydravions, il y a là une manière de gageure, une volonté de démontrer quelque chose. Quoi ? Tout d'abord vraisemblablement que l'idée généralement répandue de l'impossibilité pour les hydravions lourds de monter haut est une erreur. Ensuite, le général Balbo a peut-être voulu démontrer que les Alpes ne constituaient plus du tout une barrière infranchissable pour l'aviation italienne.

Cette démonstration, espérons-le, ne sera perdue pour personne. La leçon de Balbo comporte un chapitre technique, un chapitre économique et un chapitre politique. Ce dernier est illustré par la traversée des Alpes. Nous ne nous y attarderons pas.

Faisons remarquer simplement que le général Italo Balbo a choisi d'Orbetello à Amsterdam l'itinéraire le plus difficile.

parcours. Rappelons pour mémoire la traversée de quatre aviateurs militaires américains en 1924, partis des Etats-Unis pour effectuer un tour du monde, aidés dans leur expédition par quelques quinze navires de guerre. Plus près de nous, les Allemands Koehn, Hunenfeld et l'Irlandais Fitz-Maurice utilisèrent également cet itinéraire septentrional. Mais c'est surtout le pilote allemand de Gronau, qui, sur un *Dornier Wal*, au cours de trois traversées successives, reconnut tout particulièrement ces régions nordiques et les possibilités qu'elles offrent à un service transatlantique régulier. L'itinéraire était donc connu en fait, mais le progrès technique accompli par les Italiens tient tout d'abord dans le fait que Balbo négligea de faire escale à la pointe sud du Groenland comme ses prédécesseurs et relia directement l'Islande au Labrador — 2.400 kilomètres sur l'eau, — et dans cet

autre fait que ce n'est pas un appareil qui a accompli cette liaison, mais vingt-quatre volant en groupe.

Si le succès qui a couronné la traversée effectuée en groupe dans des régions où les conditions météorologiques sont si mauvaises est tout à l'honneur des équipages italiens, qui ont fait preuve d'un entraînement et d'un moral magnifique, est-il possible d'en déduire quelques considérations générales touchant l'avenir économique de la route suivie ? Nous ne le croyons pas. L'aviation n'aura jamais intérêt, — même si elle suit ainsi une route jalonnée d'escales, même si les progrès techniques rendent aisé et sûr le pilotage sans visibilité, même si les liaisons radiotélégraphiques sont parfaites — à hanter des parages où la brume est monnaie courante et le temps clair, l'exception.

Aussi bien, peut-on dire, si Balbo a choisi cet itinéraire, c'est qu'en fait, c'était le seul que le rayon d'action des *Savoia S. 55* lui permit. Il est déjà splendide — et seule la technique italienne est parvenue à ce degré de perfection — de pouvoir faire franchir à des hydravions 2.400 kilomètres sans escale, avec la marge de sécurité nécessitée par la présence de vents dominants contraires au sens de la marche.

Les services techniques français exigent de tenir compte, dans le calcul des rayons d'action des appareils transatlantiques, d'un vent contraire de 50 kilomètres à l'heure. On a le droit de penser que le général Balbo ne s'est pas montré moins sévère à cet égard. En fait, les *Savoia* ont dû lutter quelquefois, en particulier sur le parcours Islande-Labrador, contre un vent qui a fait baisser leur moyenne au-dessous de 200 à l'heure, alors que ces magnifiques appareils peuvent atteindre, à plein régime, 285 à l'heure. Or aucune des machines ne s'est trouvée en difficulté d'essence. Sur tous les points, le succès technique remporté par l'escadre transalpine est donc complet.

La réhabilitation de l'hydravion

Le voyage Orbetello-Chicago, avec une traversée des Alpes et une étape maritime de 2.400 kilomètres, vient juste à temps pour réhabiliter l'hydravion aux yeux des profanes et aussi de beaucoup d'initiés et même de constructeurs.

Il faut bien le reconnaître, l'hydravion n'a pas une excellente presse dans les hautes sphères aéronautiques. Pourquoi ? Il serait déjà simple de répondre parce que l'hydravion est un appareil qui doit naviguer dans

l'air et sur l'eau. Il vaut mieux, toutefois, être moins laconique et énoncer les conditions imposées, en Italie par exemple, à la construction d'un hydravion destiné à la grande navigation.

L'appareil doit :

- 1° Stationner à l'ancre pendant trois heures ;
- 2° Décoller à pleine charge par houle de 1 mètre de creux ;
- 3° Amérir, flotter et gouverner pendant 20 milles avec un ou plusieurs moteurs arrêtés ;
- 4° Naviguer à la cape pendant trois heures ;
- 5° Se laisser remorquer sans inconvénient à 6 nœuds de vitesse pendant quatre heures ;
- 6° Décrire en eau calme un 8 dans un rectangle de 200 ou de 100 mètres.

Les qualités marines requises par le bureau *Veritas* international ne sont pas moins sévères :

- 1° Pouvoir séjourner longtemps à flot ;
- 2° Pouvoir décoller par houle de 1 mètre de creux ;
- 3° Pouvoir décoller par vent de travers ;
- 4° Pouvoir amérir par houle de 2 mètres de creux ;
- 5° Bien naviguer à faible vitesse par vent traversier ou vent arrière.

En résumé, on superpose dans le cas de l'hydravion les qualités propres à deux moyens de locomotion : l'*avion* et le *navire*.

Cette superposition, envisagée du simple point de vue de la flottabilité de l'hydravion, est très délicate. En effet, dans un navire, le poids du groupe motopropulseur, qu'on peut loger tout près du fond de coque, équilibre le poids des structures aériennes. Dans un hydravion, ce poids fait défaut puisque le ou les moteurs font eux-mêmes partie de la structure aérienne. Il s'ensuit que la flottabilité statique d'un hydravion ne peut être résolue aisément.

Ce qu'il faut retenir, c'est que, pour résoudre le problème général de l'hydravion lourd, plusieurs écoles se distinguent nettement. La première a jusqu'à maintenant la faveur des Anglais, si l'on ne peut pas dire qu'elle a vu le jour en Grande-Bretagne. Elle est représentée par l'hydravion monocoque à *flotteurs auxiliaires*. C'est le *Short « Calcutta »*, le *Short « Valkyrie »*.

Un hydravion monocoque ne possède pas une stabilité latérale suffisante pour résister au vent de côté. On lui adjoint donc des flotteurs auxiliaires. Ceux-ci demeurent normalement *hors de l'eau*. Ils sont là pour parer au coup de vent qui inclinerait dangereusement l'appareil et plongerait l'une

de ses ailes dans l'eau.

La deuxième école, d'origine allemande — M. Rohrbach en est vraisemblablement le créateur — modifie profondément le rôle, la forme, l'importance et la place des flotteurs. La coque centrale demeure, mais elle est réduite au rôle de flotteur. Les flotteurs de bout d'aile sont rapprochés de celle-ci et sont très agrandis. En outre, à pleine charge, ils sont toujours immergés. Dans ce cas, la coque assure seulement la stabilité longitudinale, et c'est aux flotteurs latéraux qu'est entièrement confiée la stabilité statique latérale. On dit de ces flotteurs qu'ils sont « portants ».

En dehors de Rohrbach, signalons que les Américains sont partisans de l'emploi des hydros à *flotteurs portants*. Les gros appareils *Commodore* de la *Consolidated Aircraft Corporation* appartiennent à ce type.

Une troisième école, également allemande, supprime les flotteurs auxiliaires et les flotteurs portants, et remplace les uns et les autres par des *nageoires* accolées à la coque. C'est M. Claude Dornier qui eut le premier cette idée. L'image de son gigantesque *Do-X* est trop populaire pour qu'il soit utile d'en dire bien long sur cette formule. Elle a donné l'espoir qu'en augmentant le tonnage, on parviendrait à dessiner une coque qui, à elle seule, serait suffisamment large pour assurer la stabilité latérale. Rien jusqu'ici n'autorise à croire que cet espoir devienne

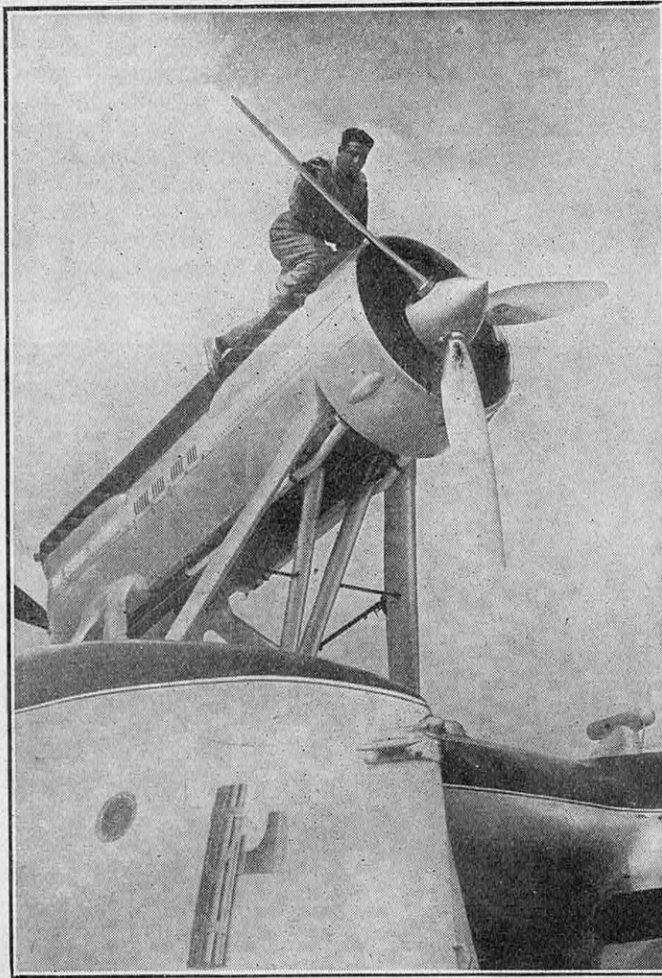


FIG. 3. — LES DEUX MOTEURS EN TANDEM DES HYDRATIONS « S. 55 », ACTIONNANT CHACUN UNE HÉLICE A TROIS PALES, L'UNE TRACTRICE, L'AUTRE PROPULSIVE, SONT MONTÉS AU-DESSUS DES AILES DE L'APPAREIL

substitue deux flotteurs reliés rigidement à la cellule. On a même poussé l'assimilation jusqu'à mettre un petit flotteur au lieu et place de la béquille arrière, comme c'est le cas pour les *Fairy-111 D* britanniques. C'est la quatrième école, celle qu'ont illustrée à tout jamais les bolides tri-fuselés de la Coupe Schneider. La compagnie anglaise Short a monté sur ses hydravions *Valetta* des flotteurs jumeaux, tandis qu'elle utilise une coque centrale sur son type *Calcutta*.

Il existe enfin une cinquième école : celle de la *double coque*. Elle est proprement et purement italienne. Le créateur en est l'ingénieur *Marchetti*, qui construit les célèbres *Savoia*. Ce type de machines, illustré déjà par le beau voyage en vol de groupe effectué d'Italie au Brésil en 1930 (1), a subi

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 165, page 191.

un jour une réalité. Signalons qu'après M. Dornier, M. Latécoère a utilisé pour certains de ses hydravions, le 32 ou le 300, par exemple, le principe de la coque centrale à *nageoires*.

Mais la coque centrale entraîne des encombrements nuisibles à l'envol, à l'amérisage et à la tenue à la mer, si elle présente, par ailleurs, des avantages. C'est ainsi que l'idée est venue à quelques-uns de doubler les flotteurs principaux. On est revenu, pour les hydravions lourds, au vieux principe qui date des tout premiers hydravions légers. Aux roues de l'avion, on sub-

des modifications de détails qui ont abouti à l'établissement des *S. 55*, ceux-là même qui viennent triomphalement de sauter les Alpes et l'Atlantique.

La silhouette et les caractéristiques des *S. 55* sont bien connues. Leurs qualités et leurs défauts également, car aucun hydravion ne saurait être parfait. C'est la formule même qui le veut ainsi.

Le général Crocco, directeur général des Etudes et des Expériences au ministère de

l'espèce, mais elle a creusé patiemment et profondément une formule qu'elle a sans cesse perfectionnée. Le résultat est là. Vingt-quatre hydravions *Savoia S. 55* ont traversé l'Atlantique Nord en vol de groupe. A la vérité, cet exploit sensationnel a mis beaucoup plus en évidence les qualités aériennes des *Savoia S. 55* que leurs qualités marines. Tous les décollages et tous les amerrissages ont eu lieu par beau temps. Aucun appareil n'a eu à se poser en pleine mer ; tous ont pu

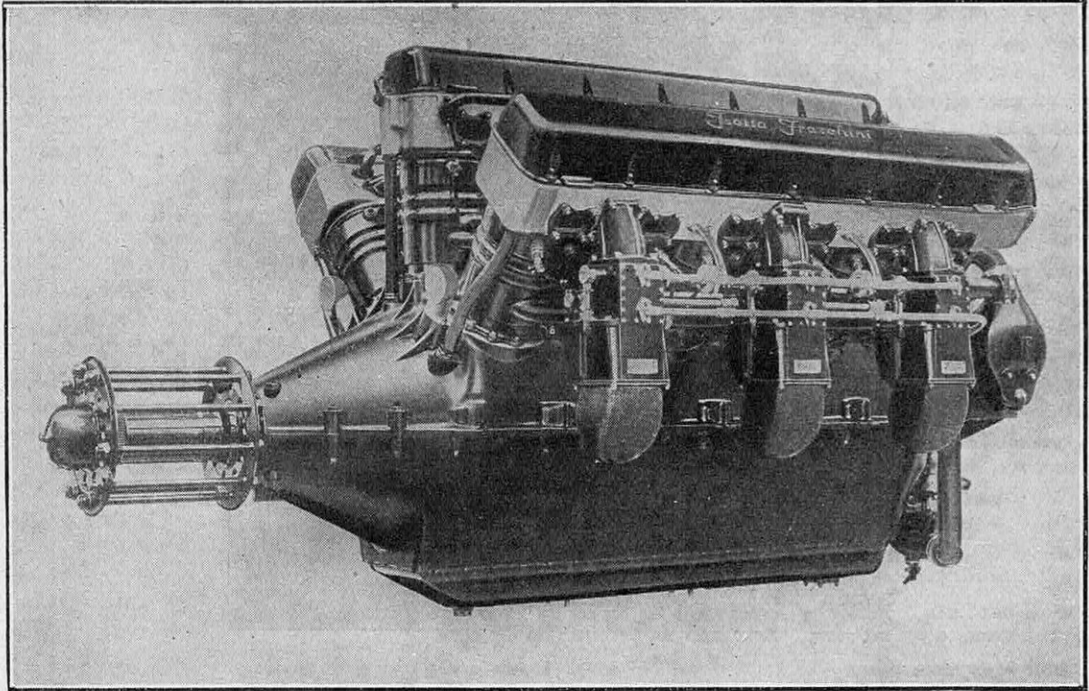


FIG. 4. — UN DES MOTEURS ISOTTA-FRASCHINI « ASSO 750 » DES HYDRAVIONS ITALIENS

Comportant 18 cylindres en W, ce moteur peut atteindre une puissance maximum de 940 ch. Le poids par cheval est de 750 grammes ; la cylindrée, 47,07 litres ; le taux de compression, 5, 7 ; le régime normal, 1.750 tours-minute. Sur 48 moteurs utilisés pour la croisière, aucune défaillance ne s'est produite.

l'Air d'Italie, donnait à tous un exemple de modestie quand, dans son rapport au Comité des *Journées techniques internationales*, il disait :

«... Il n'en restera tout de même pas moins de cinq types à l'horizon international de l'hydraviation, ce qui signifie, après tout, que ces cinq formules sont toutes bonnes et toutes mauvaises. »

C'est ainsi que si la formule du bicoque assure une bonne stabilité à la mer, elle rend très délicate la navigation. Elle peut faciliter l'envol, mais elle complique l'amerrissage par houle.

La technique italienne n'a donc pas imaginé des solutions proprement originales en

rejoindre les rades ou les baies abritées qui leur avaient été assignées comme but. Il est donc difficile de tirer de cette expérience quelque chose qu'on ne sache pas déjà sur les qualités marines des *Savoia S. 55*. En revanche, le voyage Orbetello-Chicago en dit long sur leurs qualités ascensionnelles et leur vitesse. En effet, cette vitesse n'est descendue au-dessous de 200 à l'heure qu'à de très rares moments, et, au cours de plusieurs étapes, elle a atteint 250. Si l'on juge que les *Savoia* représentaient en vol un poids de 11 tonnes environ, le résultat obtenu est franchement supérieur à tous ceux connus à ce jour. L'amélioration de rendement, si l'on compare les vitesses actuelles du *S. 55*

et celle réalisée au cours du voyage Italie-Brézil en 1930, semble devoir être due avant tout à l'augmentation très sensible de la puissance motrice et à l'emploi de compresseurs qui ont permis de maintenir la puissance nominale jusqu'à une très haute altitude.

Les moteurs des « Savoia S. 55 »

Chaque appareil de l'escadre italienne est équipé de deux Isotta-Fraschini, de la

d'huile, 10 grammes ; poids du moteur à sec sans moyeu d'hélice, 663 kilogrammes ; poids par cheval, 750 grammes ; eau contenue dans le moteur, 42 litres.

Sans qu'il soit question de compresseur, remarquons qu'au régime maximum, les *Savoia* disposent d'une puissance motrice très voisine de 2.000 ch. Avec leur compresseur, quelle est la puissance réelle au moyeu d'hélice ?

Voyons maintenant quelques détails inté-

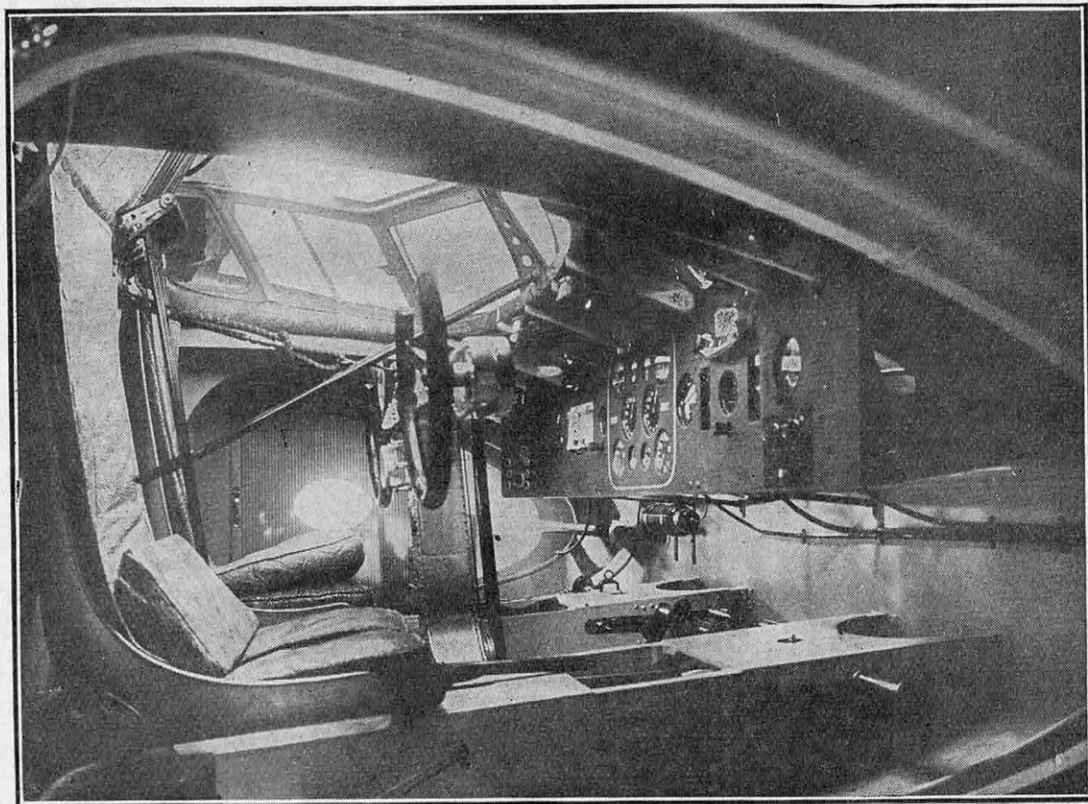


FIG. 5. — LA CABINE DE PILOTAGE A DOUBLES COMMANDES DES « S. 55 »

série des « Asso », montés en tandem, conçus par l'éminent ingénieur Cattaneo.

La série des Asso comprend les types 200, 500, 750 et 1.000 chevaux. C'est l'Asso 750 qui a été monté sur les *Savoia*, pour la croisière. En voici les caractéristiques : alésage, 140 millimètres ; course, 170 millimètres ; nombre de cylindres, 18 en W ; cylindrée total, 47,07 litres ; taux de compression, 5,7 ; régime de vitesse normal, 1.750 tours par minute ; puissance effective à l'arbre hélice au régime normal, 880 ch ; régime maximum de tours-arbre moteur, 1.900 ; puissance effective au régime maximum, 940 ch ; consommation d'essence à pleine charge, 215 grammes ; consommation

ressants concernant ce type de moteur.

Les *cylindres* sont séparés, estampés en acier au chrome-manganèse, la chemise est en tôle d'acier, soudée à l'autogène.

La *tête des cylindres*, coulée en aluminium spécial, est un bloc unique pour chaque groupe de six cylindres.

Le *carter-moteur* est en électron (alliage spécial à base de magnésium).

Distribution. — Chaque cylindre est muni de deux soupapes d'admission et deux d'échappement, parfaitement interchangeables, dans le but non seulement d'augmenter la section du passage des gaz, mais aussi d'éviter les déformations inhérentes aux soupapes à grand diamètre et de réparer

tir, autant que possible, la chaleur d'une façon uniforme sur la tête des cylindres.

Le vilebrequin est construit en acier au nickel-chrome, traité à très haute résistance. Il est à six coudes, avec huit paliers, chaque coude étant supporté par deux paliers.

Les pistons, en aluminium spécial coulé en coquille, sont entièrement cylindriques, bien nervurés à l'intérieur et très légers.

L'allumage est assuré par deux magnétos à haute tension à avance variable.

Chaque cylindre est muni de deux bougies reliées chacune à une magnéto différente.

Carburant.
— Le moteur est muni de six carburateurs verticaux Isotta-Stremberg 14-75 à réchauffement avec circulation d'eau et avec correcteur pour les grandes altitudes.

Le graissage est effectué par huile sous pression. Une pompe à engrenages aspire l'huile contenue dans un réservoir à l'extérieur du moteur et la refoule dans la conduite de pression.

Le refroidissement est assuré par circulation d'eau avec pompe centrifuge à double sortie et à grand débit.

On obtient la mise en marche en introduisant de l'air comprimé dans un distributeur cylindrique, commandé par le moteur et appliqué à l'extrémité postérieure de la tête des cylindres centraux.

Une canalisation spéciale pour l'injection

d'essence pulvérisée dans les cylindres facilite la mise en marche du moteur.

Nous nous sommes étendus sur les caractéristiques de l'Asso 750, parce qu'il est évident que le fait d'avoir vu tourner sans défaillance d'Italie aux Etats-Unis, quarante-huit moteurs de ce modèle montre que

l'industrie italienne possède, dans ce type, un moteur de très grande classe et parfaitement au point.

A cet égard, l'exploit de l'escadre Balbo peut avoir sur le marché international des moteurs de profondes répercussions. Il y a très peu de moteurs de 900 ch actuellement qui aient fait réellement leurs preuves et soient en service. L'Asso 750 s'inscrit parmi les tout premiers.

Le vol de groupe

Le vol d'Orbetello à Chicago a mis en évidence les qualités techniques du Savoia S. 55 et de l'Isotta-Fraschini, mais il y a montré

plus clairement encore, peut-être, le degré de perfection atteint dans l'entraînement par le personnel italien. En général, pour éviter le terrible danger de collision dans la brume, il est recommandé de rompre la formation quand la visibilité ne permet plus à l'équipage d'observer sa position par rapport à celle de son voisin. A cet égard, en maintenant à tout prix le vol en groupes, le général Italo Balbo a recherché, une fois de plus, la difficulté. En agissant ainsi, il a fait

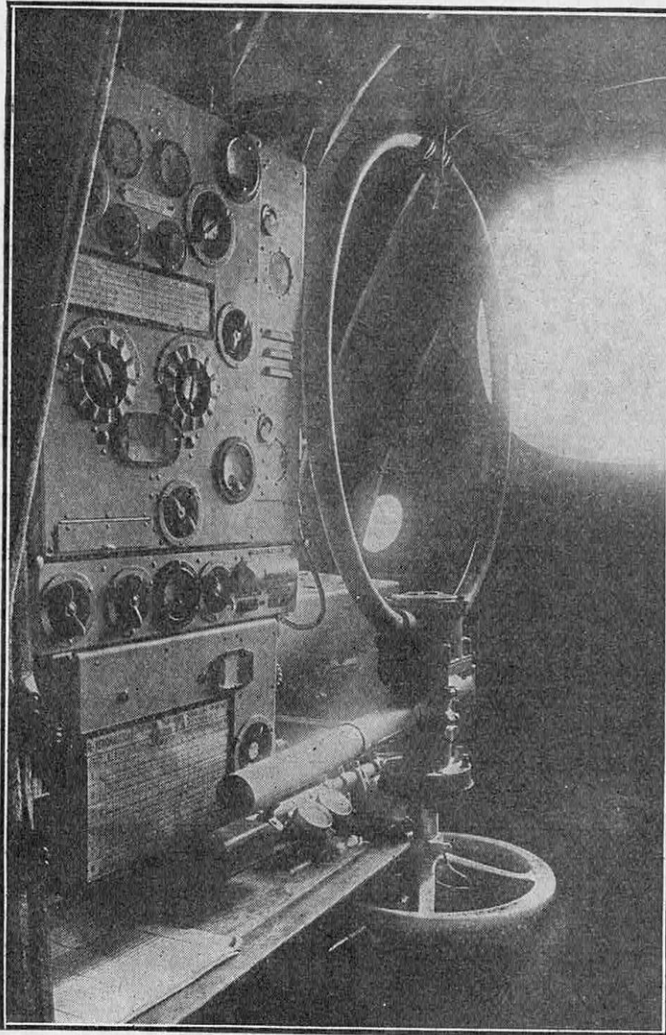


FIG. 6. — ENSEMBLE DU POSTE DE T. S. F. ET DU CADRE RADIOGONIOMÉTRIQUE DES « S. 55 »

la démonstration de l'excellence de l'entraînement de son personnel et aussi des transmissions entre appareils. Pourquoi ne pas le dire ? Parcourir en formation d'escadre le trajet Islande-Labrador dans la brume constituait un terrible danger sans contre-partie réellement intéressante. Mais transposons le résultat obtenu sur un autre plan. Toute la tactique aérienne de combat actuellement en honneur en Italie repose sur l'emploi en masse et en formation de l'armée de l'air. Pour justifier ce mode d'emploi, la première condition à réaliser est la possibilité de maintenir cette formation initiale ou bien de la modifier ou de la reformer au gré des circonstances. Tout le problème repose donc, d'une part, sur la possibilité de piloter à l'« aveugle » et, d'autre part, sur la possibilité de communiquer entre appareils sans se voir.

A cet égard, la démonstration de Balbo, qui, sur le parcours Islande-Labrador, pouvait à priori apparaître inutilement dangereuse, prend toute la valeur d'un symbole. Il est prouvé aujourd'hui que la brume et, *a fortiori*, la nuit n'empêcherait pas une escadre de l'air de « passer » et d'aller remplir sa mission.

C'est pourquoi il est intéressant de voir comment Balbo avait formé ses équipages. Tout d'abord, ce sont, pour la grande majorité d'entre eux, de très jeunes hommes.

Pour établir le plus grand accord et la meilleure collaboration entre le personnel, il a été permis aux commandants de chaque appareil d'indiquer le second pilote et de se choisir le personnel spécialisé.

L'équipage de chaque hydravion est constitué de quatre personnes : un commandant, un pilote ; un second officier, un pilote, qui, sur un seul appareil, est un sous-officier ; un opérateur radiotélégraphiste, sous-officier ou gradé ; un mécanicien sous-officier ou gradé. Sur quelques appareils, il y a une cinquième personne dont les attributions ne sont pas précisées.

Les équipages se sont formés depuis plus d'un an pour permettre à leurs composants

de se mieux connaître et de s'entendre plus intimement.

Il faut considérer que, même dans l'emploi normal, tous les appareils lourds demandent deux pilotes et possèdent un double poste de pilotage. Ceci est d'autant plus nécessaire quand il s'agit d'appareils destinés à de longs vols qui demandent un gros effort physique, outre la nécessité constante de la direction de la route. Les deux officiers, en effet, s'alternent au pilotage, tandis que celui qui est temporairement libre s'occupe de la conduite de la navigation, pourvoit à maintenir la liaison avec les autres appareils de la formation et éventuellement avec les bases.

Comme formation élémentaire de vol, on a constitué l'escadrille de trois appareils disposés en triangle isocèle, parce qu'après de nombreux essais elle a été trouvée la plus appropriée comme rapidité de commandement et conduite de navigation, et la moins fatigante à maintenir, même sur les longs parcours océaniques.

L'escadre est formée de huit escadrilles, commandées respectivement par l'officier le plus élevé en grade ou plus ancien présent sur les trois appareils qui la constituent. Tous sont sous les ordres directs du commandant de l'escadre.

Il y a là tous les éléments qui constituent réellement la force d'une escadre aérienne moderne : moral élevé, intimité entre les membres de l'équipage, science de la navigation, formation légère, souple et très bien articulée.

La première phase de l'expédition Orbetello-Chicago a démontré toute la valeur de la technique italienne, celle du commandement et celle du personnel. On ne voit vraiment pas de raison pour que le voyage de retour États-Unis-Italie, soit par Terre-Neuve-Islande, ou Terre-Neuve-les Bermudes-les Açores-Espagne-Italie, se passe moins bien. A bien des égards, le sens des vents en particulier, la traversée dans ce sens doit être plus propice au succès final des ailes italiennes.

J. LE BOUCHER.

La balance commerciale de la France accuse, pour ces six mois, un déficit de près de 7 milliards. Or, pour faire travailler nos usines, nous sommes obligés d'importer des matières premières que nous payons en or si nous ne pouvons en régler le montant en contre-partie par l'exportation de nos propres marchandises. Or, nous ne pouvons exporter de marchandises que si nos prix de revient ne sont pas prohibitifs par rapport aux prix extérieurs des autres nations. Donc, si le dollar continuait à baisser, notre balance commerciale continuerait également à baisser. Qu'advierait-il alors de notre franc convertible en or ?

VOICI LA NOUVELLE STATION DE T. S. F. DE LUXEMBOURG, L'UNE DES PLUS PUISSANTES D'EUROPE

Par Jacques MAUREL

Les stations de radiodiffusion à grande puissance se multiplient dans le monde entier, aux dépens des moyennes puissances. Devant le véritable « embouteillage hertzien » (1) auquel les diverses conférences internationales tentent de remédier, ne semble-t-il pas, en effet, qu'un petit nombre d'émetteurs, susceptibles d'être entendus à longue distance sans nécessiter des appareils récepteurs de prix trop élevés, apporterait à ce problème une solution pratique? Bien rares sont les auditeurs qui ne sont pas fidèles à un petit nombre d'émissions, toujours les mêmes. N'oublions pas que, dans le domaine radioélectrique comme dans tous les autres, le rendement est fonction de la puissance. Nous décrivons aujourd'hui le nouveau poste de « Radio-Luxembourg », le plus puissant de l'Europe Occidentale, dont les 150 kilowatts-antenne lui permettent d'être aisément entendu sur l'ancien continent. Son installation a bénéficié, bien entendu, des derniers progrès de la technique, non seulement au point de vue de la modulation, mais encore à celui de la régularité de fonctionnement. C'est ainsi que tous les organes de cette station ont été prévus en double et qu'une simple manœuvre permet de parer à la défaillance de l'un d'eux, sans que personne ne s'aperçoive, pour ainsi dire, de l'interruption de l'émission.

La tendance que nous avons déjà signalée maintes fois, à savoir l'établissement de stations de radiodiffusion de plus en plus puissantes, vient de se confirmer encore par la mise en service de « Radio-Luxembourg », qui, avec ses 150 kilowatts-

antenne, tient la première place parmi les émetteurs de l'Europe occidentale.

Installé sur un plateau bien dégagé, à proximité du village de Junglinster, à

(1) Voir, à ce sujet, dans *La Science et la Vie* n° 144, page 467, le bel article du Professeur Gutton.

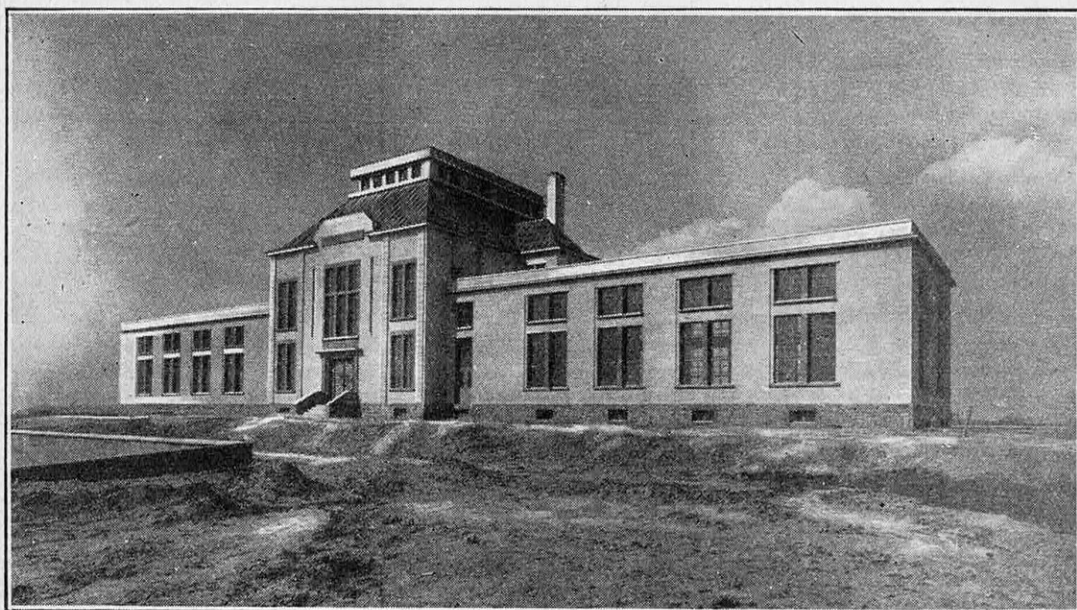


FIG. 1. — VUE GÉNÉRALE DE LA NOUVELLE STATION RADIO-LUXEMBOURG, DONT LA PUISSANCE ATTEINT 150 KILOWATTS DANS L'ANTENNE

17 kilomètres de la capitale du Luxembourg, où se trouvent les auditoria, la nouvelle station comprend, outre le bâtiment principal abritant l'usine thermique productrice d'énergie, le poste émetteur et les services techniques, une villa et trois pavillons pour le logement du personnel.

Le bâtiment principal, d'une superficie de 1.100 mètres carrés, comprend : au sous-sol, les installations de chauffage et les pompes ;

propos du « Poste Parisien » (1). Il comprend un poste à maître-oscillateur stabilisé par quartz piézo-électrique et la modulation se fait par déphasage. Rappelons que ce dispositif, breveté par la Société française Radio-Électrique, qui a installé la station, permet, suivant le rythme de la parole ou de la musique, de faire varier le courant dans l'antenne de 0 à une valeur maximum, c'est-à-dire de moduler complètement l'émission

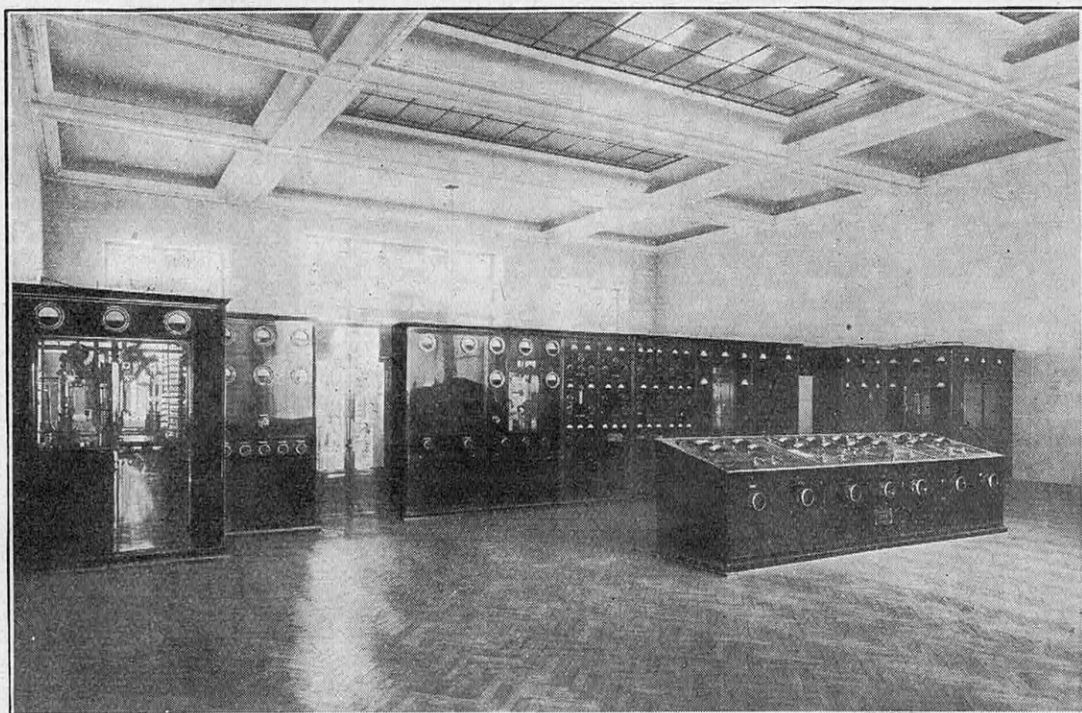


FIG. 2. — INTÉRIEUR DE LA SALLE D'ÉMISSION MONTRANT, AU FOND, L'ÉMETTEUR ET, AU PREMIER PLAN, LE PUPITRE DE CONTRÔLE DE L'INSTALLATION

Toutes les machines de cette nouvelle station sont prévues en double. Les voyants lumineux placés sur le pupitre de contrôle indiquent immédiatement n'importe quelle cause de panne. Les boutons de commande permettent de mettre en service sans délai les machines de secours.

au rez-de-chaussée, les machines d'alimentation ; au premier étage, l'émetteur et les dispositifs de commande.

L'antenne est constituée par une nappe triangulaire prismatique de 140 mètres de côté, à descente centrale. Elle est supportée par trois pylônes haubannés de 180 mètres de hauteur, situés aux trois sommets d'un triangle équilatéral de 290 mètres de côté. La prise de terre est formée par un réseau de fils de cuivre enterrés et par des bandes de cuivre servant de collecteurs.

Comment est constitué l'émetteur

Le système adopté pour l'émission est analogue à celui que nous avons décrit à

tout en conservant aux lampes triodes le meilleur rendement (60 à 65 %) et, par conséquent, de réduire la consommation en énergie électrique.

L'émetteur proprement dit comprend deux groupes d'organes : les étages à faible puissance et de modulation ; les étages d'amplification à grande puissance.

Les premiers comportent : un maître-oscillateur à une lampe, commandé par un cristal de quartz piézoélectrique maintenu à température constante par un thermostat ; un étage séparateur, équipé avec une lampe de 50 watts qui évite la réaction des étages suivants sur le maître-oscillateur ; un ampli-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 182, page 120.

ificateur n° 1 avec triode 50 watts ; un amplificateur n° 2 en opposition avec le précédent ; un amplificateur n° 3 du courant haute fréquence modulé avec triode 50 watts ; un amplificateur symétrique n° 4 de l'onde modulée, avec deux triodes de 50 watts ; un amplificateur n° 5 avec deux triodes de 1 kilowatt ; un ensemble d'amplification basse fréquence comprenant quatre étages successifs à résistance (le premier est équipé avec un triode de 10 watts, le second égale-

semble de voyants lumineux permettant de localiser tout défaut éventuel d'alimentation ; une clé pour la mise en route générale de l'installation ; un jeu de boutons jumelés chacun à deux voyants pour la commande de contacteurs assurant le choix des machines à mettre en service, toutes les machines étant prévues en double ; un autre jeu de boutons pour les mises en route partielles en vue de réglages ou d'essais ; enfin, une série de voyants indiquent si les lampes

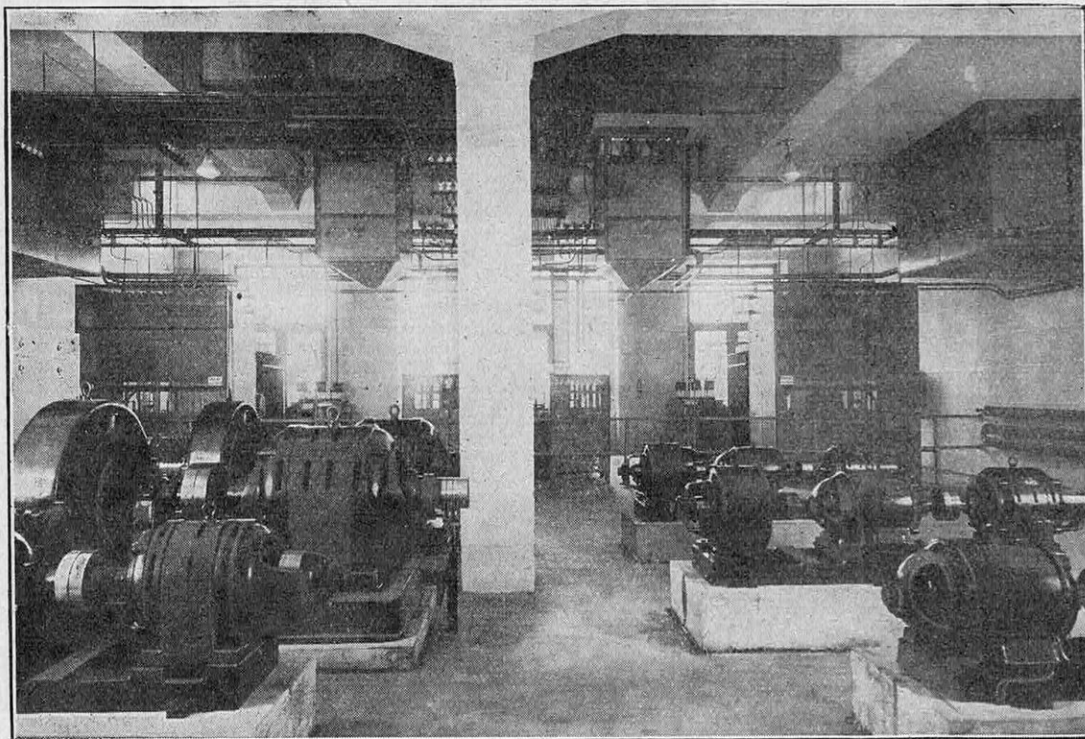


FIG. 3. — SALLE DES MACHINES D'ALIMENTATION DE L'ÉMETTEUR

Les circuits ont été établis de telle sorte que, à partir du pupitre de contrôle, les manœuvres ne peuvent s'effectuer que dans l'ordre voulu, afin d'éviter automatiquement tout danger.

ment, le troisième avec un triode de 50 watts, le quatrième avec quatre triodes de 50 watts en parallèle).

Les organes d'amplification à grande puissance sont constitués par un amplificateur n° 6 comportant six triodes de 25 kilowatts (dont deux en réserve) et un amplificateur n° 7 avec dix triodes de 100 kilowatts (dont deux en réserve).

L'émetteur est à commande entièrement automatique à pupitre unique. Sur celui-ci sont disposés tous les appareils de mesure pour le contrôle des sources d'alimentation ; un premier ensemble de voyants lumineux pour le contrôle de l'échelonnement des manœuvres de mise en route ; un second en-

semble de voyants lumineux permettant de localiser tout défaut éventuel d'alimentation ; une clé pour la mise en route générale de l'installation ; un jeu de boutons jumelés chacun à deux voyants pour la commande de contacteurs assurant le choix des machines à mettre en service, toutes les machines étant prévues en double ; un autre jeu de boutons pour les mises en route partielles en vue de réglages ou d'essais ; enfin, une série de voyants indiquent si les lampes

à circulation d'eau ont été traversées par un courant trop élevé. Signalons encore que des sonneries d'alarme signalent soit le manque ou l'excès de pression de l'eau à l'entrée des lampes, soit une température exagérée de l'eau.

Cette eau de refroidissement est contenue dans un réservoir inférieur d'où deux pompes de 30 mètres cubes à l'heure (dont une de secours) l'envoient dans un réservoir supérieur. Un échangeur de chaleur permet d'éliminer par heure 150.000 calories. L'eau de circulation dans les lampes est refroidie, dans cet échangeur de chaleur, par un circuit d'eau secondaire comprenant un grand réservoir extérieur, deux pompes (dont une

en réserve) de 30 mètres cubes à l'heure, un réfrigérant à jets disposé au-dessus du bassin extérieur.

Comment est alimentée la station

Ce poste est équipé avec deux redresseurs (dont un en réserve) à vapeur de mercure (1), pouvant débiter chacun 25 ampères en courant continu sous des tensions variant de 7.400 à 16.000 volts. Le courant à 15.000 volts est filtré avant son utilisation et un fusible limite l'intensité du courant dans chaque lampe. Une surintensité faisant fondre le fusible, une résistance automatiquement mise en circuit évitent la disjonction de l'émetteur.

Plusieurs groupes auxiliaires et redresseurs de faible puissance assurent le chauffage des lampes, la polarisation des grilles, l'excitation générale, la tension-plaque des étages de commande.

L'usine thermique productrice d'énergie comprend deux groupes électrogènes actionnés par des moteurs Diesel de 790 ch entraînant chacun un alternateur triphasé de 665 kilovolts-ampères (380-220 volts). Suivant la règle générale adoptée à cette station, un des deux groupes seulement est utilisé en service normal, l'autre servant de secours.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 181, page 3.

Voici les résultats obtenus

Deux séries d'essais ont été effectués pour contrôler la bonne marche et l'endurance de la nouvelle station. Les premiers ont démontré, tout d'abord, que la puissance-antenne atteignait bien 150 kilowatts, que la fréquence était parfaitement stable et de

251,86 kilohertz, ce qui correspond à une longueur d'onde de 1.191 m 13.

Les essais d'endurance furent effectués à pleine puissance pendant quarante heures consécutives. Le refroidissement de l'eau fut parfaitement assuré et, des mesures effectuées, on a pu déduire le rendement électrique global de l'installation qui atteint 33,7 %. La moyenne générale horaire de la consommation totale d'énergie (tous services auxiliaires compris) ressort à 436 kilowatts-heure.

C'est là une belle réalisation de la technique française, qui a permis au Luxembourg de disposer de la plus puissante station de l'Europe occidentale. Les auditeurs ont pu d'ailleurs juger déjà de la qualité des émissions qui y sont régulièrement effectuées, au cours desquelles sont diffusées en trois langues (dialecte luxembourgeois, français et allemand) les principales nouvelles du monde entier.

J. MAUREL.

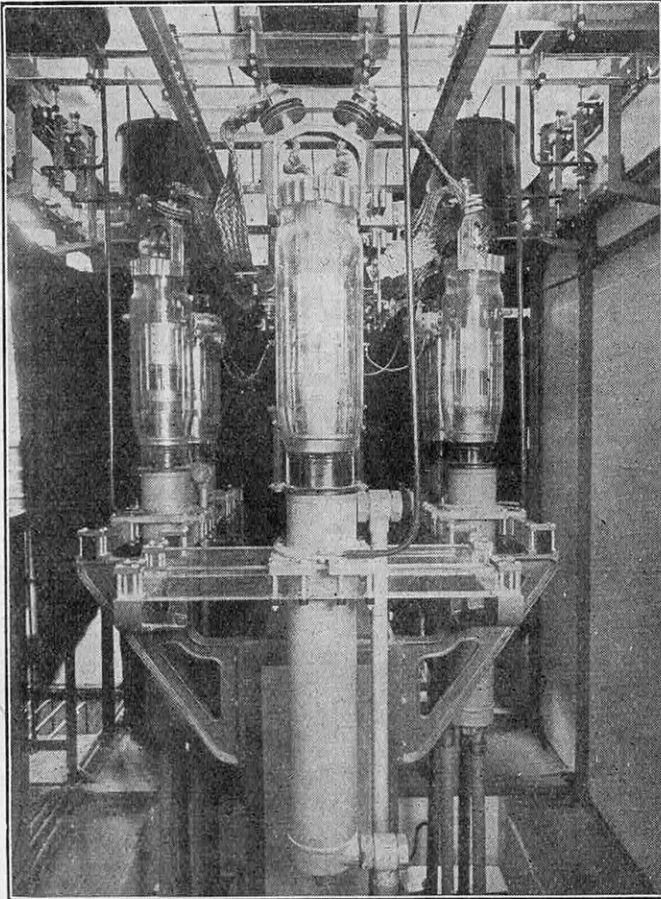


FIG. 4. — CHASSIS-SUPPORT DES LAMPES DU TYPE 100 KILOWATTS DU DERNIER ÉTAGE AMPLIFICATEUR A GRANDE PUISSANCE DE « RADIO-LUXEMBOURG »

UN NOUVEAU PHONOGRAPHE A FILM

Par Pierre DAHAN

Pour s'affranchir de l'encombrement et du poids des disques de phonographes, il était tout naturel que l'on cherchât à s'adresser au film pour l'enregistrement des sons. Comme pour le cinéma parlant, il est évidemment possible de photographier, en quelque sorte, les sons et de les reproduire ensuite, grâce à la cellule photoélectrique. Voici cependant un petit appareil, appelé le « ruban sonore », qui grave directement le film au moyen d'un outil commandé par les courants microphoniques. Quant à la reproduction, elle est assurée par un dispositif à cellule photoélectrique. Le phonographe à film ainsi réalisé se présente sous la forme d'une valise facile à transporter.

ON connaît les inconvénients des disques phonographiques : lourds et encombrants, ils ne permettent qu'une audition de quelques minutes seulement. Aussi de nombreux inventeurs ont-ils cherché à transposer, dans le domaine du phonographe, les procédés utilisés dans la technique du cinéma parlant et à utiliser, pour l'enregistrement et la reproduction des sons, non plus les disques, mais des bandes de pellicule, choisies en une matière appropriée. Nous avons déjà décrit deux solutions proposées à cet effet. Dans l'une (1), l'enregistrement du son se faisait photographiquement sur une bande sensible, d'après le procédé tout à fait analogue à celui utilisé dans le cinéma sonore sous le nom de procédé « à opacité constante ». Dans l'autre (2), on utilisait une mince couche de cello

phane recouverte d'une couche de gélatine noircie. L'enregistrement se faisait au moyen d'une sorte de burin, qui, sous l'effet des vibrations transmises par un courant modulé par un microphone, « rabotait » la surface de la gélatine, mettant à nu la

pellicule. Celle-ci, après un deuxième rabotage approprié, se présentait également sous la forme d'un film sonore à « opacité constante » et pouvait être reproduite par les procédés photosonores habituellement employés dans les cinémas.

Or, voici que l'on vient de mettre au point une nouvelle solution, qui, sous le nom de « ruban sonore », ne le cède en rien à ses devancières du point de vue de l'ingéniosité. Elle a déjà permis d'obtenir, dès maintenant, des résultats remarquables.

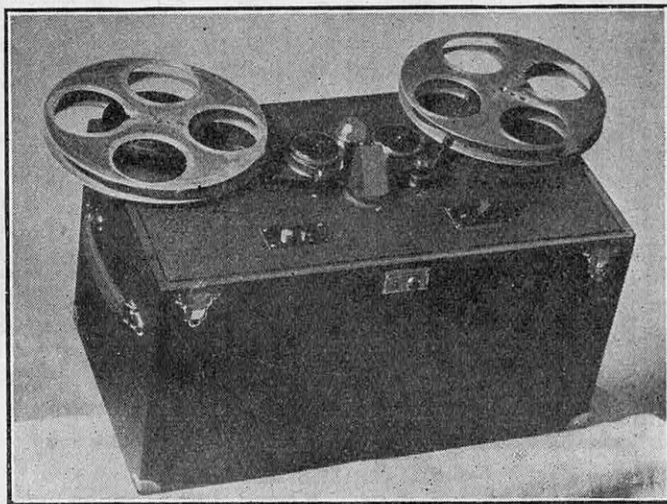


FIG. 1. — LE PHONOGRAPHE A FILM SE PRÉSENTE SOUS LA FORME D'UNE VALISE FACILE A EMPORTER

Dans le ruban sonore, l'enregistrement se fait par « découpeure » de la pellicule

Le dispositif d'enregistrement comporte, bien entendu, un microphone, qui est relié à un amplificateur qui commande l'appareil graveur. Microphone et amplificateur, analogues à ceux utilisés sur les appa-

reils enregistreurs phonographiques usuels, ne présentent, d'ailleurs, rien de particulier. Il n'en est pas de même du système graveur. Celui-ci est disposé au milieu du panneau portant les différents accessoires de l'appareil. Face à l'aiguille qui constitue l'outil graveur se trouve un galet, sur lequel passera la pellicule à enregistrer ; derrière

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 153, page 179.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 172, page 296.

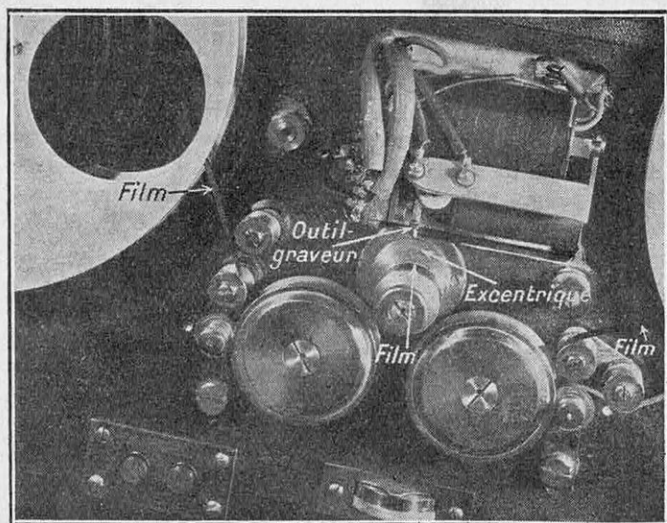


FIG. 2. — DÉTAIL DU GRAVEUR DU PHONOGRAPHE A ENREGISTREMENT SUR FILM

L'outil graveur (aiguille), actionné par un relais alimenté par un amplificateur des courants provenant du microphone, trace un sillon sur la pellicule, invisible d'ailleurs à l'œil nu. La pellicule est gravée ainsi sur ses deux bords (au moyen de deux aiguilles). Elle est ensuite coupée en deux dans le sens de la longueur et enroulée sur deux bobines superposées. L'une des deux pellicules obtenues ainsi sert à la reproduction, l'autre étant conservée aux archives comme duplicata.

celui-ci, de part et d'autre, sont deux tambours. Enfin, plusieurs galets caoutchoutés de renvoi guident la pellicule jusque là. De part et d'autre de cet ensemble, les bobines dérouleuses et enrouleuses.

L'enregistrement se fait par découpeure de la pellicule. La première bobine porte la pellicule vierge du type adopté, c'est-à-dire ayant 16 millimètres de largeur et $5/100^e$ d'épaisseur, et constituée par un ruban de matière cellulosique chimiquement pigmentée. De cette bobine, le film passe sur les galets de renvoi, puis sur le premier tambour de friction ; elle passe ensuite sur le galet du graveur, puis sur le deuxième tambour enrouleur tournant à vitesse constante. De ce dernier tambour, le film sort divisé en deux bandes. Chacune d'elles passe sur un galet de renvoi, et elles s'enroulent toutes les deux sur les bobines enrouleuses, qui sont superposées et ont un écartement entre joues correspondant à la largeur des bandes.

Examinons maintenant de plus

près comment s'est opérée la découpeure : le film arrive vierge et a la largeur de 16 millimètres jusqu'à l'aiguille du graveur. Celle-ci affleure, sans le toucher, le galet placé en face d'elle. La pellicule se trouve donc engagée entre la pointe de l'aiguille et le galet, et, par cela même, se trouve entamée et coupée suivant un sillon qui suit les vibrations de l'aiguille correspondant aux modulations du courant venant du micro. Notons, d'ailleurs, que les sinuosités de ce sillon ne sont pas visibles à l'œil nu.

Les deux parties de la pellicule portent alors chacune, sur l'un des bords, des sinuosités qui sont semblables entre elles, ce qui permet de passer en reproduction l'une ou l'autre des deux copies, la seconde étant conservée comme duplicata.

Voyons maintenant comment s'effectue la reproduction. Le dispositif reproducteur est un appareil à cellule photoélectrique, analogue à celui employé pour le cinéma sonore.

La pellicule enregistrée est d'abord enroulée sur une autre bobine, que l'on place sur l'appareil de reproduction, et la bande enregistrée est amenée sur un tambour de renvoi caoutchouté, puis passe contre le dôme contenant la cellule photoélectrique, puis



FIG. 3. — ENSEMBLE DE L'APPAREIL ENREGISTREUR ET REPRODUCTEUR COMBINÉS DIT « RUBAN SONORE »

La reproduction est assurée au moyen d'une cellule photoélectrique

sur un deuxième tambour caoutchouté et enfin sur une deuxième bobine réceptrice et enrouleuse, vide également.

En face du «dôme» de la cellule photo-électrique est placé un micro-projecteur. Le bord du film se trouve à la hauteur de la fenêtre du dôme de la cellule, et le rayon lumineux projeté sur cette fenêtre se trouve donc plus ou moins diminué, suivant la hauteur de la découpeure du film. On réalise ainsi des variations lumineuses, qui, par l'intermédiaire de la cellule, sont transformées en variations électriques, puis en variations sonores, d'après les procédés

usuels (1). A cet effet, le courant de sortie de la cellule, modulé suivant les variations lumineuses, c'est-à-dire, en définitive, suivant les variations sonores enregistrées, passe, bien entendu, d'abord par un pré-amplificateur et, de là, à l'amplificateur du haut-parleur, ce dernier reproduisant les sons. Signalons que l'appareil présente un encombrement fort réduit sous forme de valise.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 153, page 179.

Le cinéma d'amateurs pourra-t-il être sonorisé ?

L'enregistrement par découpeure du film est prévu pour de nombreuses applications et, en premier lieu, pour le reportage enregistré et le cinéma d'amateurs. Les es-

sais ont, en effet, montré qu'il est facile de réserver sur le film d'amateur, au standard américain de 16 millimètres, une bande de 2 millimètres pour le son. L'enregistrement normal, tel qu'il a été adopté, se fait à une vitesse de 456 millimètres de bandes à la seconde. Mais il fallait adapter

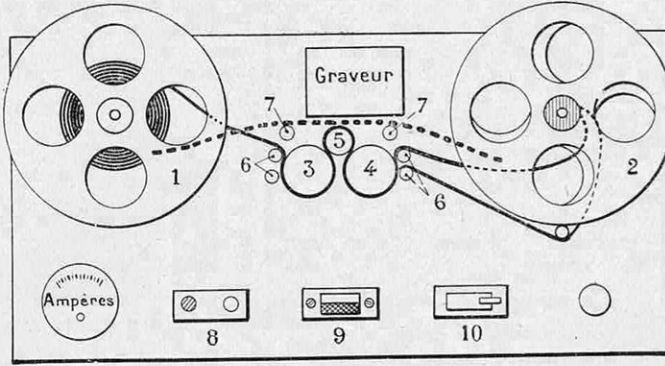


FIG. 4. — SCHÉMA DE L'APPAREIL ENREGISTREUR

1, bobine de fil vierge ; 2, bobines superposées pour l'enroulement des films ; 3, 4, tambours de renvoi ; 5, tambour du graveur ; 6, galets de renvoi de la pellicule ; 7, galets de renvoi pour le rebobinage de la pellicule sur la bobine 1 après son enregistrement (trait pointillé) ; 8, interrupteur ; 9, commande micrométrique du tambour graveur ; 10, interrupteur de lampes.

la vitesse de reproduction à la vitesse normale de projection du film. Or, cette vitesse est de 183 millimètres à la seconde. On a tourné la difficulté en utilisant un appareil photographique de réduction, et on a pu ainsi obtenir des résultats très satisfaisants. Il convient de noter, d'ailleurs, que le ruban sonore a d'autres applications, ne serait-ce que comme « machine à dicter », où il peut rendre de grands services. P. DAHAN.

Contrairement à ce qui se passe pour les chemins de fer français — dont le déficit va sans cesse croissant —, les chemins de fer italiens voient leur gestion s'améliorer constamment. Jusqu'à l'exercice 1931, leur bilan se soldait par un bénéfice ! Pour l'exercice 1931-32, le déficit de l'exploitation — même en pleine crise — a atteint seulement 200 millions. C'est grâce à de sensibles économies dans l'exploitation ferroviaire que l'Italie a pu obtenir d'aussi beaux résultats, économies qui ont surtout porté sur le combustible et le personnel. Qu'on en juge : en 1922, 100 tonnes-kilométriques exigeaient une dépense de 78 kg 5 de combustible ; en 1933, il en faut à peine 50 kilogrammes ! Pour le personnel, les compressions ont actuellement ramené les effectifs aux deux tiers de ce qu'ils étaient en 1922, tout en réalisant une régularité, une sécurité et un confort inconnus sur le réseau italien avant sa réorganisation, qui remonte à quelque dix ans...

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

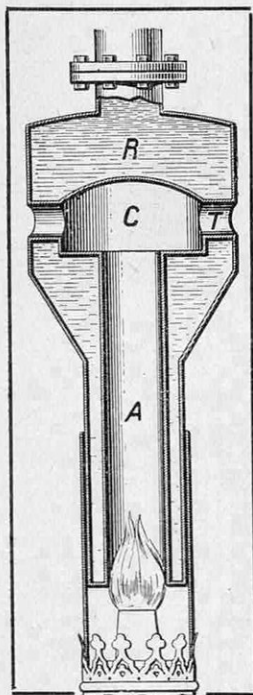
Par V. RUBOR

Le chauffage à l'eau chaude à la portée de tous

SOYONS prévoyants et pensons dès à présent à l'hiver prochain, aux moyens que nous utiliserons pour nous chauffer; n'attendons pas pour cela l'automne où les constructeurs surchargés de demandes ne peuvent livrer rapidement leurs appareils.

Il y a dix ans (1), nous signalions l'apparition d'un nouveau radiateur, appelé *le Sorcier*, dans lequel le chauffage était assuré par un radiateur à tubes d'eau chauffé par une simple lampe à pétrole. Le succès de cet appareil, qui, bien entendu, fut perfectionné depuis, a été tel que 40.000 exemplaires sont actuellement en service dans le monde entier.

Rappelons le principe de ce radiateur qui, chauffé au pétrole, procure une douce chaleur et ne dégage cependant aucune odeur :



COUPE DE L'ÉLÉMENT CHAUFFANT
A, cheminée de la lampe; C, chambre de chauffe; R, réservoir d'eau; T, dégagement.

Tout d'abord, l'élément chauffant est constitué par un réservoir annulaire dont la cheminée centrale A (voir coupe ci-contre) se trouve au-dessus du bec d'une lampe amovible. Le bec de cette lampe est semblable à celui d'une lampe à pétrole ordinaire utilisée pour l'éclairage, et c'est ce qui explique l'économie de combustible que réalise ce dispositif.

Ainsi que le montre la coupe, le réservoir cylindrique annulaire A fait office de cheminée en assurant le tirage. Au-dessus se trouve une chambre C, que nous appellerons chambre de chauffe et qui est por-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 73, page 89.

tée à température élevée, non par contact avec la flamme, mais par la colonne ascendante d'air chaud provenant de la cheminée.

Une chaudière annulaire R entoure complètement la chambre de chauffe.

Enfin, un radiateur formé de tubes de cuivre placé directement au-dessus de la chaudière répand la chaleur dans la pièce.

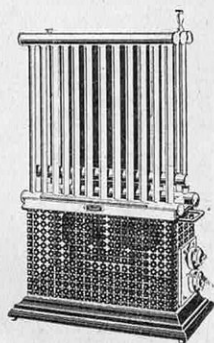
Après avoir garni le réservoir de pétrole (qui contient 10 litres) et rempli le radiateur d'eau (4 litres par élément), on allume la lampe et, après trente minutes environ, l'appareil est en pleine marche pour plusieurs jours, sans nécessiter aucun entretien. L'eau chauffée dans la chaudière monte rapidement dans le radiateur, y abandonne la presque totalité de ses calories au bénéfice du chauffage de la pièce et retourne à la chaudière grâce à un thermo-siphon judicieusement placé à la base des radiateurs.

Le Sorcier peut comporter une, deux ou trois chaudières, selon les dimensions de la pièce à chauffer. Pour maintenir jour et nuit à 18° la température d'une pièce de 30 mètres cubes (par 0 à -5° au dehors), la dépense en combustible est d'environ 1 fr 25 par vingt-quatre heures.

Etant admis et reconnu l'excellent chauffage au pétrole obtenu avec cet appareil à un prix de revient relativement bas, il n'y avait aucune raison pour que ne soient pas employés le gaz et l'électricité, avec lesquels on devait retrouver les mêmes avantages, et c'est ce que n'a pas manqué de faire le constructeur.

Le principe du radiateur reste évidemment le même et l'utilisation de l'une ou l'autre de ces sources de chaleur a été l'objet d'une mise au point très minutieuse.

Pour l'emploi du gaz, ce sont des becs de laboratoires « Meker » qui ont été utilisés. Avec ces brûleurs, le rendement est maximum et la combustion absolument parfaite. Il y a naturellement autant de becs que de chaudières, et chacun des brûleurs étant commandé par un robinet, il est facile de n'utiliser que le nombre de becs utile au



RADIATEUR
ÉLECTRIQUE A
EAU CHAUDE
« LE SORCIER »

chauffage. Cette particularité évite la mise en veilleuse, d'un très mauvais rendement calorifique et qui provoque une mauvaise combustion.

Dans la série électrique, les résistances chauffantes, d'une longueur de 16 centimètres, sont constituées par un boudin roulé en spirale sur une monture en stéatite. Elles sont placées verticalement, donnant ainsi leur meilleur rendement thermique. Dans les radiateurs à plusieurs chaudières, chaque résistance est naturellement indépendante et il est facile d'arrêter un ou deux éléments de chauffage quand la température suffisante est obtenue.

Ainsi, le chauffage à l'eau chaude peut être réalisé de plusieurs façons, mais toujours sans avoir aucune installation à effectuer, autre qu'une prise de gaz ou de courant à proximité du radiateur. L'appareil peut donc être aisément déplacé d'une pièce à une autre pour assurer le maximum de confort dans l'appartement.

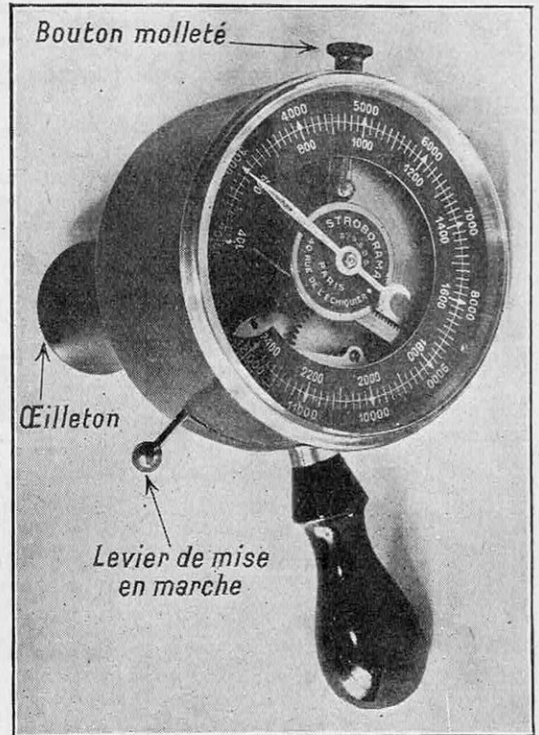
Un appareil vraiment portable pour l'observation stroboscopique des organes animés de mouvements périodiques

L'EXAMEN expérimental des pièces mécaniques animées de mouvements très rapides est résolu aujourd'hui grâce à la stroboscopie (1). Celle-ci consiste, on le sait, à éclairer, à intervalles réguliers, un organe dont le mouvement est périodique, c'est-à-dire qui repasse périodiquement au même point dans les mêmes conditions de direction et de vitesse. Si l'intervalle entre deux éclairagements successifs est précisément égal à la période du mouvement, il est évident que les divers instantanés ainsi perçus par l'œil seront tous identiques. L'organe étudié paraîtra arrêté. D'après ce principe ont été créés d'intéressants appareils, tels le « Stroborama » (2), qui permet d'observer les pièces mécaniques, soit en les faisant apparaître immobiles, soit en donnant l'illusion d'un mouvement au ralenti, en décalant légèrement la période des éclairs lumineux par rapport à celle du mouvement.

Evidemment, ce genre d'appareils, mis au point par les frères Seguin, donne une précision absolue. Cependant, ils sont lourds et nécessitent une source d'énergie électrique. Or, dans de nombreux cas, cette grande précision est inutile. Voici, par exemple, un atelier de filature où les broches doivent tourner à vitesse constante. Il n'est pas indispensable d'utiliser constamment un tel dispositif. Si le contremaître disposait d'un appareil vraiment portable lui permettant,

en quelques secondes, de contrôler la marche des machines, ne serait-ce pas suffisant?

C'est pour répondre à des questions de ce genre qu'a été créé l'appareil ci-dessous, le *Stroboret*, qui ne pèse que 900 grammes. Ici, plus d'éclairage artificiel de l'organe à observer. Un mouvement d'horlogerie, actionné par un levier, fait tourner un disque dans lequel sont ménagées des fentes. Un changement de vitesse à cône, très progressif, permet de faire varier la vitesse du disque. L'œil étant placé à l'œilleton visible derrière l'appareil, voit ainsi l'organe mobile à



VUE D'ENSEMBLE DU « STROBRET »

travers le disque à fentes. Un repère étant tracé sur la pièce examinée, il est facile d'agir sur la vitesse du disque au moyen d'un bouton molleté, jusqu'à ce que le mouvement paraisse arrêté. Cette condition est réalisée lorsque la vitesse du disque est telle que la vue, à travers les fentes successives, corresponde à la même position du repère tracé sur la pièce. On lit alors sur le cadran, gradué de 300 à 12.500 tours par minute, la vitesse réelle de la pièce en mouvement.

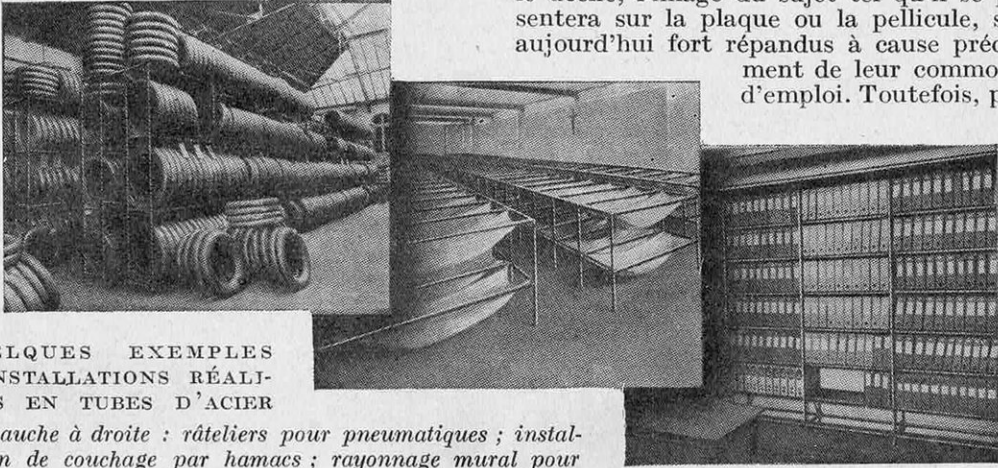
Ainsi, on peut contrôler, soit une vitesse de rotation, soit un nombre de vibrations ou d'oscillations. Les constructions mécaniques et électriques, l'aéronautique, les industries de l'automobile, des machines-outils, des filatures, des machines à coudre, des cinémas parlants, etc., ont ainsi à leur disposition un appareil vraiment pratique.

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

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 102, page 591.

Voici des constructions démontables, extensibles et interchangeables en tubes d'acier

LES avantages du tube sont universellement connus et, sans insister sur sa présentation, la plus seyante de tous les profilés, il est prouvé qu'à section égale, sa résistance est la plus forte. Restait à



QUELQUES EXEMPLES D'INSTALLATIONS RÉALISÉES EN TUBES D'ACIER

De gauche à droite : râteliers pour pneumatiques ; installation de couchage par hamacs ; rayonnage mural pour bureaux et bibliothèques.

développer son utilisation sans obliger l'utilisateur à l'emploi d'un outillage compliqué. Ce problème est résolu grâce aux assemblages par raccords emboutis, ceux-ci étant composés de coquilles assemblées par vis et écrous, et permettant de réunir 2, 3, 4, 5 et 6 tubes.

Les applications du mobilier métallique sont multiples et nous ne pouvons prétendre à les énumérer toutes ici. Nous relèverons toutefois, parmi les plus intéressantes, celle qui a trait à l'exécution de rayonnages. Il apparaît facilement que l'on peut réaliser, avec ce procédé, tous les modèles de rayonnages pour bibliothèques, classement de bureau, agencement de magasins, laboratoires, garages, etc. Les montants étant percés tous les 5 centimètres reçoivent des tasseaux mobiles, permettant le déplacement des tablettes métalliques à volonté.

D'autre part, pour rentrer dans le cadre de l'art moderne, certaines parties du rayonnage peuvent être nickelées ou chromées.

Nous avons représenté ci-dessus quelques installations en tubes, la première comprenant des râteliers pour pneumatiques, la seconde une installation de couchage par hamacs accrochés à une ossature en tubes d'acier, et enfin un rayonnage mural pour classement de bureau ou bibliothèques.

Ces meubles, du fait que tous leurs éléments sont interchangeables, sont expédiés dans le minimum d'encombrement, soit

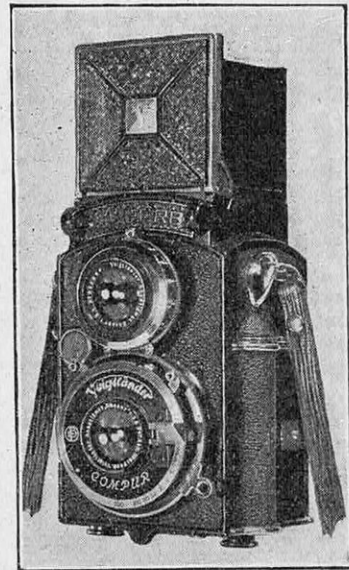
entièrement démontés ou partiellement montés, suivant les cas. Leur montage ne nécessite pas plus d'apprentissage qu'un simple jeu de Meccano.

Un appareil photographique « Réflex » à miroir perfectionné

LES appareils dits « réflex », c'est-à-dire comportant un miroir fixe ou mobile, permettant de voir, avant de presser le déclic, l'image du sujet tel qu'il se présentera sur la plaque ou la pellicule, sont aujourd'hui fort répandus à cause précisément de leur commodité d'emploi. Toutefois, pour

être parfaits, ils doivent répondre à certaines conditions. Ainsi, dans les premiers appareils de ce genre, à un seul objectif et miroir basculant, l'image de visée disparaissait au moment même où l'on actionnait l'obturateur. Cet inconvénient est, on le sait, complètement évité aujourd'hui, grâce à l'emploi de deux objectifs : l'un pour la prise de vues, l'autre pour la vision de l'image sur le verre dépoli.

Il faut cependant prendre garde à un léger écueil. En effet, les deux objectifs étant superposés, leurs axes optiques ne coïncident pas et on peut avoir, de ce fait, certaines surprises.



L'APPAREIL RÉFLEX « SUPERB »

Ainsi, si l'appareil est posé sur une table ou une balustrade, sans se trouver exactement au bord, l'objectif supérieur de visée ne montrera aucunement dans le viseur le bord de la table ou de la balustrade, alors que l'objectif inférieur, de prise de vues, l'enregistrera sur le cliché. En un mot, les deux images ne sont pas rigoureusement identiques.

Cette dernière condition est cependant réalisée dans l'appareil *Superb*, de la Maison Voigtlander. Les deux objectifs, tout en restant superposés, embrassent, en effet, exactement le même champ, car ils sont conjugués pour que, à toutes les positions de la mise au point, entre 1 mètre et l'infini, grâce à un mécanisme spécial, la correction parallaxique soit automatiquement effectuée.

Ainsi l'opérateur a sous les yeux le cadrage exact de l'image du sujet telle qu'elle sera sur le cliché. Il voit, en même temps, les vitesses d'obturation du « compur », le diaphragme utilisé et l'échelle des distances pour la mise au point. Celle-ci s'effectue, soit par la rotation de la monture de l'objectif viseur, soit par une manette placée sous l'objectif de prise de vues. Signalons encore que, dans ce viseur, une loupe permet de réaliser une mise au point parfaite.

Enfin, l'avancement de la pellicule est doublement contrôlé, à la fois par un compteur placé sur l'appareil et par les numéros propres de cette pellicule. Le dispositif de repérage du compteur évite tout chevauchement ou superposition de deux vues successives, lorsque, au moyen du levier latéral, on amène progressivement la pellicule dans la position voulue.

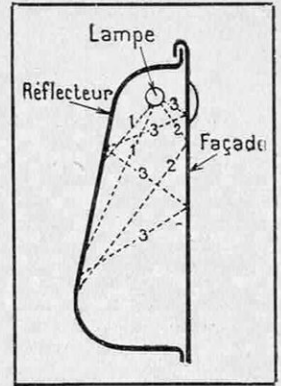
A propos de l'optique du nouveau code de la route

« Tout véhicule automobile doit être muni d'un appareil rétroviseur disposé de telle manière que le conducteur puisse effectivement *apercevoir*, de sa place, tout autre véhicule susceptible de le dépasser.

« Dès la chute du jour, tout véhicule automobile doit porter à l'arrière un feu rouge *non éblouissant*, mais d'une intensité lumineuse suffisante pour être *perçu* à 100 mètres, au moins, par temps clair.

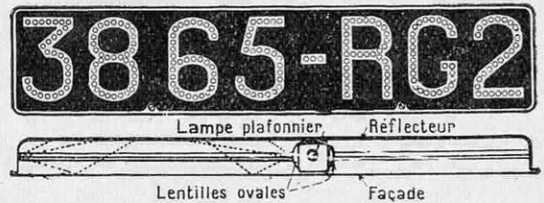
« Dès la chute du jour, tout véhicule automobile doit être muni d'un *dispositif lumineux* capable de rendre *lisible* à 25 mètres, par temps clair, le numéro inscrit sur la plaque arrière. Ce dispositif doit être tel que l'éclairage de l'inscription soit à peu près uniforme et ait même intensité pour les caractères extrêmes. Le numéro sera reproduit d'une manière inamovible sur une plaque rigide en métal, ou en substance non fragile, offrant des qualités équivalentes de *solidité* et de *résistance aux intempéries*. Les dimensions des caractères, pour les automobiles, seront de 100 x 60. Espace libre entre les caractères : 20 millimètres, sauf

entre les dizaines et les centaines (35 millimètres). Largeur uniforme du trait : 12 millimètres. Pour une inscription en une seule ligne, hauteur de la plaque : 120 millimètres; tiret de 12 x 30 avant les lettres; pour une inscription en deux lignes, trait de séparation de 6 millimètres entre les deux lignes. Distance des caractères aux bords droit et gauche : 15 millimètres.



SYSTÈME D'ÉCLAIRAGE DE LA PLAQUE DE POLICE

« Pour les motocyclettes, les dimensions des caractères seront de 50 x 30. Espace libre entre les caractères : 10 millimètres, sauf entre les dizaines et les centaines (20 millimètres). Largeur uniforme du trait :



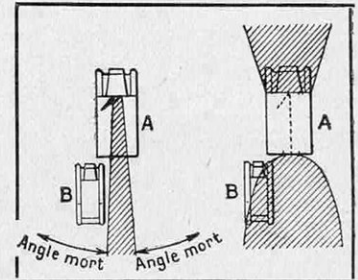
LA PLAQUE DE POLICE « DESBER » ET, EN DESSOUS, LE SYSTÈME D'ÉCLAIRAGE

7 millimètres. Pour une inscription en une seule ligne, tiret de 7 x 15 avant les lettres. Pour une inscription en deux lignes, trait de séparation de 3 millimètres entre les deux lignes.»

Telles sont les dispositions du Code de la route et des arrêtés ministériels, en ce qui concerne les dispositifs à appliquer sur les véhicules automobiles à dater du 1^{er} juillet 1933.

Voici comment la Société Desber a résolu le problème ainsi posé pour la plaque de police arrière.

Les indications portées sur la plaque métallique, peinte en noir, sont constituées par des caractères en relief en alu-



POUR LA RÉTROVISION, L'APPAREIL « DIO » A LENTILLE DONNE UN VASTE CHAMP DE VISION (A DROITE)

La voiture A voit arriver la voiture B, tandis qu'avec un simple miroir rétroviseur (à gauche) elle ne la voit pas.

minium poli. Ces caractères sont percés de trous régulièrement distribués. Pendant la nuit, une plaque peinte en blanc, placée derrière la précédente, est uniformément éclairée, grâce à la forme en demi-poire du réflecteur ainsi formé, par une lampe électrique située en dehors de la partie perforée pour ne pas créer d'éblouissement. Lorsque l'inscription est faite en longueur, sur une seule ligne, on utilise un dispositif comportant une lampe centrale placée entre deux lentilles qui envoient la lumière sur les extrémités du réflecteur qui agissent alors chacune comme la source lumineuse citée plus haut.

Ces deux systèmes d'éclairage, qui assurent l'uniformité, sont brevetés en France et à l'étranger.

Facile à fixer, d'une élégance sûre, ces plaques de police se lavent simplement au jet d'eau.

La distance de lisibilité atteint 50 mètres, ce qui donne tout le temps de relever le numéro de la voiture, même roulant très vite.

Grâce à la disposition brevetée des caractères, la plaque peut être composée instantanément par n'importe quel garagiste ; les caractères sont inamovibles et la plaque ne peut pas être maquillée.

Pour la *révision*, cette même société met en vente l'appareil *Dio* bien connu, comportant une lentille divergente placée sur la glace arrière de la voiture et qui donne un champ de vision analogue à celui de la vision avant. C'est véritablement « l'œil dans le dos de l'automobiliste ».

Une machine automatique qui imprime sur tous les objets : verre œufs, fruits, etc....

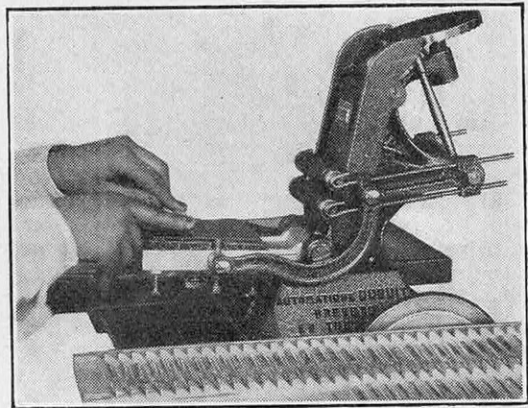
LES exigences de la vie moderne obligent les industriels à rationaliser à outrance leur fabrication dans cette recherche constante de la diminution du prix de revient : il est parfois nécessaire d'envisager la suppression totale de certaines opérations pour les remplacer par d'autres plus rapides et donnant de meilleurs résultats : tel est le cas du collage des étiquettes auquel peu d'industries échappent jusqu'ici.

Pour imprimer directement les objets, on utilise l'impression par report qui est connue depuis de très nombreuses années ; elle consiste essentiellement, au lieu d'appliquer directement le cliché encre sur le papier, d'imprimer sur un support auxiliaire généralement en caoutchouc, puis à reporter cette impression sur la surface à imprimer.

Déjà, il existait des machines allemandes pour l'impression sur verre des ampoules pharmaceutiques, mais ces machines fonctionnaient à main et avaient un rendement tel que le prix de l'impression qu'elles donnaient égalait celui du collage de l'étiquette.

Il existe maintenant une machine automatique qui apporte une amélioration à ce qui existait déjà en rendant automatique la prise d'impression par le support auxiliaire. Le mécanisme ainsi breveté permet de tripler le rendement des machines à main et, ce qui n'était pas intéressant auparavant à cause de l'égalité des prix de revient, le devient énormément puisque ces derniers sont ramenés au tiers de ce qu'ils étaient.

Cet écart de prix de revient entre le collage de l'étiquette et l'impression est devenu tel que beaucoup d'industries ont adopté cette machine. Tous les grands laboratoires de spécialités pharmaceutiques, de parfumerie, fabriques de broserie, de crayons, de caoutchouc, de capes en gélatine, certains grands magasins d'alimentation, cer-



LA MACHINE AUTOMATIQUE « DUBUIT »

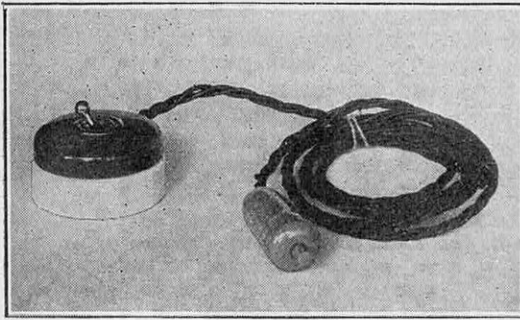
taines industries mécaniques telles que celle des avions.

En employant certaines encres, cette machine donne des impressions sur porcelaine et sur verre qu'il est possible de vitrifier, soit par simple passage au four, soit, pour des encres vitrifiables à basse température, par passage dans la flamme d'un Bunsen.

Le prix de revient de ces impressions vitrifiées est alors considérablement diminué puisque jusqu'ici on employait, pour ce faire, soit la décalcomanie, soit le procédé de poudrage de l'impression avec de la poudre d'email.

Pour installer instantanément le montage dit « va et vient »

ON sait que le montage dit « va et vient » a pour but de permettre l'éclairage ou l'extinction d'un lustre ou d'une lampe à partir de deux points éloignés. Dans une chambre, par exemple, il rend possible la commande, soit par l'interrupteur placé généralement à côté de la porte, soit par un autre interrupteur (ou une poire) situé à proximité de la main lorsque l'on est



L'INTERRUPTEUR ET LE FIL A TROIS CONDUCTEURS ABOUTISSANT A LA POIRE ASSURANT LE MONTAGE « VA ET VIENT »

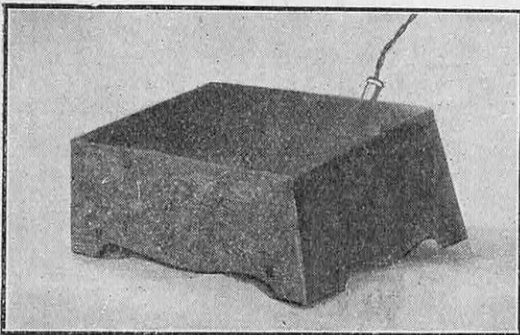
couché. Il est superflu d'insister sur la commodité d'un tel dispositif.

Mais on sait aussi que, pour monter un tel « va et vient », il faut utiliser des interrupteurs à deux directions, ce qui nécessite une installation particulière.

Voici, cependant, un dispositif qui permet de réaliser ce montage sans l'aide d'un spécialiste. Il se compose d'un interrupteur que l'on met à la place de celui existant déjà (à la porte, par exemple). De cet interrupteur part un fil souple à trois conducteurs aboutissant à une poire à deux directions. Il suffit donc de faire suivre ce fil souple jusqu'au deuxième point d'où l'on veut commander l'éclairage (tête du lit par exemple), pour que le « va et vient » soit établi.

Une chauffe-électrique fort simple et économique

LES chauffe-électriques sont constituées, en général, par une résistance chauffante placée sous une tôle. On peut aussi utiliser, plus simplement, la chaleur dégagée par une lampe. C'est ce qui a été fait dans le petit appareil ci-dessous. Dans une boîte en tôle noire, qui comporte une douille avec un fil souple et sa prise de courant, il suffit de placer une lampe de 16 bougies à filament de carbone pour qu'une

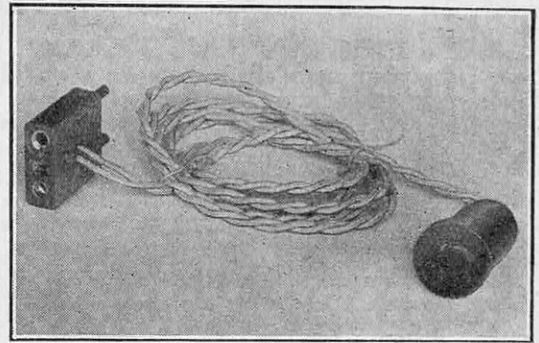


VUE DE LA CHAUFFERETTE ÉLECTRIQUE CHAUFFÉE PAR UNE LAMPE DE 16 BOUGIES

douce chaleur se répartisse sur la boîte, bien suffisante pour un chauffe-pieds. C'est un appareil à la fois simple, robuste et économique.

Pour allumer ou éteindre la lampe de chevet

Pour commander une lampe de chevet, on place généralement, sur le fil souple qui la relie à la prise de courant, un petit interrupteur en forme d'olive, bien connu de tout le monde. Mais celui-ci n'est pas toujours vraiment à portée de la main. Ce petit problème est résolu par la *prise de coupure* reproduite ci-dessous. Cette prise se place dans la prise de courant ordinaire et elle reçoit la fiche venant de la lampe. De la prise de coupure part un fil souple à deux conducteurs qui aboutit à une poire interruptrice de courant. Celle-ci peut donc

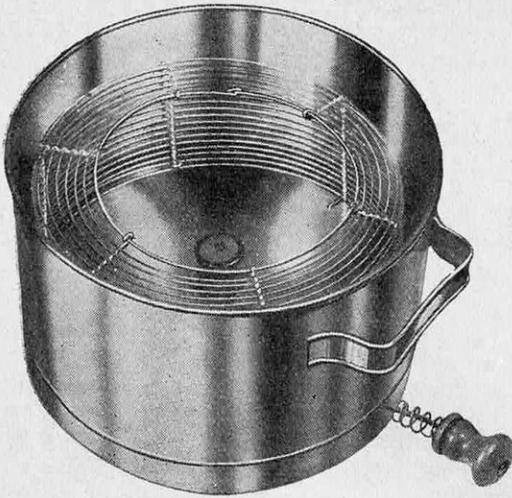


LA « PRISE DE COUPURE » ET LA POIRE POUR L'ALLUMAGE DE LA LAMPE DE CHEVET

être placée au point le plus favorable. L'installation est instantanée et ne nécessite donc aucun travail, les lampes étant, en général, livrées avec leur fil et leur fiche.

Cet appareil est à la fois un panier à salade, un égouttoir de légumes et une essoreuse pour tissus légers

LES opérations ménagères sont de plus en plus mécanisées. Voici, après les diverses machines bien connues (aspirateurs, laveuses, etc.), un petit appareil destiné à remplacer l'antique « panier à salade » qui produit une certaine fatigue et oblige à sortir de la cuisine pour éviter les projections d'eau. De plus, la salade, insuffisamment séchée, est moins bonne et entraîne un gaspillage d'huile. L'appareil page 267, présenté à la Foire de Paris et dénommé *yoyo saladier*, résout complètement le problème en permettant de sécher la salade sans aucun effort, complètement, instantanément, sur la table de cuisine même, sans aucune projection



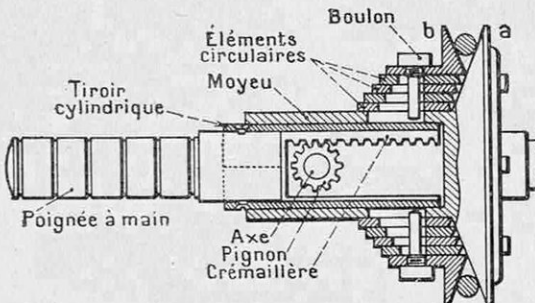
VUE INTÉRIEURE DU « YOYO SALADIER »

d'eau. En outre, l'appareil sert d'égouttoir à légumes et d'essoreuse pour tissus légers.

Il se compose d'une cuve cylindrique et d'un panier également cylindrique. En dessous de la cuve est fixé à demeure un *yoyo* dont une partie, passant à l'intérieur de la cuve, permet de réunir et de séparer instantanément le panier et la cuve. Un cordon enroulé sur le *yoyo*, et se terminant par un bouton muni d'un ressort, permet d'actionner l'appareil. La salade une fois lavée (ou les légumes que l'on désire égoutter) étant placée dans l'intérieur du panier, on tire sur le cordon jusqu'à déroulement complet ; le panier est ainsi mis en mouvement de rotation par le *yoyo* et le cordon s'enroule tout seul. A chaque traction, le panier change de sens de rotation et la salade est ainsi séchée par la force centrifuge et la ventilation, l'eau est récupérée par la cuve.

Un nouveau changement de vitesse pour transmission par câble

SUIVANT le travail envisagé, la vitesse de certaines machines doit pouvoir varier dans certaines limites. Voici un nouveau dispositif, représenté ci-dessous, qui résout ce problème de mécanique. La poulie



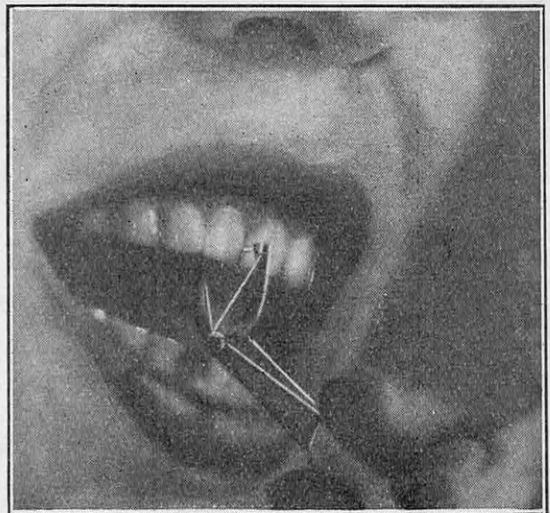
COUPE DU CHANGEMENT DE VITESSE

à gorge sur laquelle passe le câble de transmission se compose de deux parties. Celle de droite est d'une seule pièce et se prolonge vers la gauche par un arbre creux. Quant à la moitié gauche, elle est constituée par une série d'éléments annulaires reliés entre eux dans le sens perpendiculaire à l'arbre, mais pouvant coulisser l'un sur l'autre dans le sens longitudinal. Dans la position figurée ici, on voit que le diamètre de la poulie formée par le rapprochement de ses deux moitiés est maximum. Si on fait reculer successivement les éléments annulaires vers la gauche, le diamètre décroît progressivement jusqu'à une valeur minimum. La vitesse de transmission varie donc en même temps.

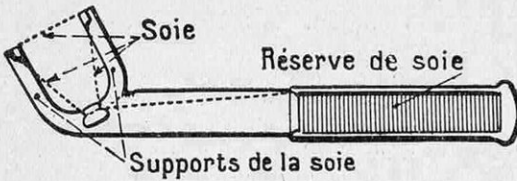
Le mouvement longitudinal des éléments annulaires est d'ailleurs simplement obtenu en agissant sur la poignée, qui entraîne deux crémaillères actionnant un pignon muni de disques à came commandant ces éléments. D'ailleurs, on peut également imaginer un dispositif spécial qui assure automatiquement, selon la résistance du travail, le changement de vitesse.

Après chaque repas, passez un fil de soie entre vos dents

LA carie dentaire est due, dans la majorité des cas, à l'action nocive des aliments. Aussi recommande-t-on de se laver les dents après chaque repas. Mais la brosse suffit-elle à passer entre les dents où se produit le plus souvent le commencement de la carie ? On ne saurait le garantir. Il est cependant bien simple de remédier à cela en utilisant un fil de soie après chaque repas. Toutefois, cette opération n'est pas très commode si l'on n'a à sa disposition le petit appareil représenté ci-dessous. Le manche de



COMMENT ON UTILISE LA « SOIE DENTAIRE »



L'APPAREIL QUI SUPPORTE LA SOIE

cet appareil comporte une réserve de soie interchangeable. Quant au fil lui-même, il est tendu entre deux petits supports qui rendent son emploi fort pratique. Après chaque opération, il suffit de dérouler un peu de soie pour que la partie utile soit constamment renouvelée. D'un encombrement minime, cet appareil peut être emporté avec soi et quelques minutes d'isolement suffisent pour bénéficier de cette hygiène indispensable à la conservation des dents. V. RUBOR.

Adresses utiles pour les « A côté » de la science

Chauffage à l'eau chaude : ETABLISSEMENTS LUCIEN BRÉGEAUT, 55, rue de Turbigo, Paris (3^e).

Stroboscopie : RECHERCHES MÉCANIQUES ET PHYSIQUES, 40, rue de l'Echiquier, Paris (10^e).

Tubes d'acier : F. LERAT, 23, rue des Archives, Paris (4^e).

Appareil photographique : ETAB. SCHOBERT ET HAFNER, 3, rue Laure-Fiot, Asnières (Seine).

Plaque lumineuse : ETAB. DESBER, 81, boulevard de Reims, Paris (17^e).

Machine à imprimer : DUBUIT, 62 bis, rue Saint-Blaise, Paris (20^e).

« Va et vient » électrique : R. TALMON, 55, rue de l'Ermitage, Paris (20^e).

Chaufferette : R. TALMON, 55, rue de l'Ermitage, Paris (20^e).

Prise de courant « coupure » : R. TALMON, 55, rue de l'Ermitage, Paris (20^e).

Panier à salade : LES APPAREILS MODERNES, 102, rue La Boétie, Paris (8^e).

Changement de vitesse : ALPHONSE HIRTZ, industriel à Sarrewerden (Bas-Rhin).

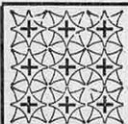
Soie dentaire : M. P. DOLLFUS, usine du Gué Saint-Jean, Montbart (Côte-d'Or).

L'abondance des matières ne nous permet pas de publier, ici, le TABLEAU DES ABONNEMENTS que l'on pourra consulter dans le numéro précédent.

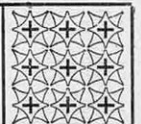
SE METTRA-T-ON - UN JOUR - D'ACCORD, EN FRANCE, SUR LE MEILLEUR PROCÉDÉ D'ÉPURATION DES EAUX ?

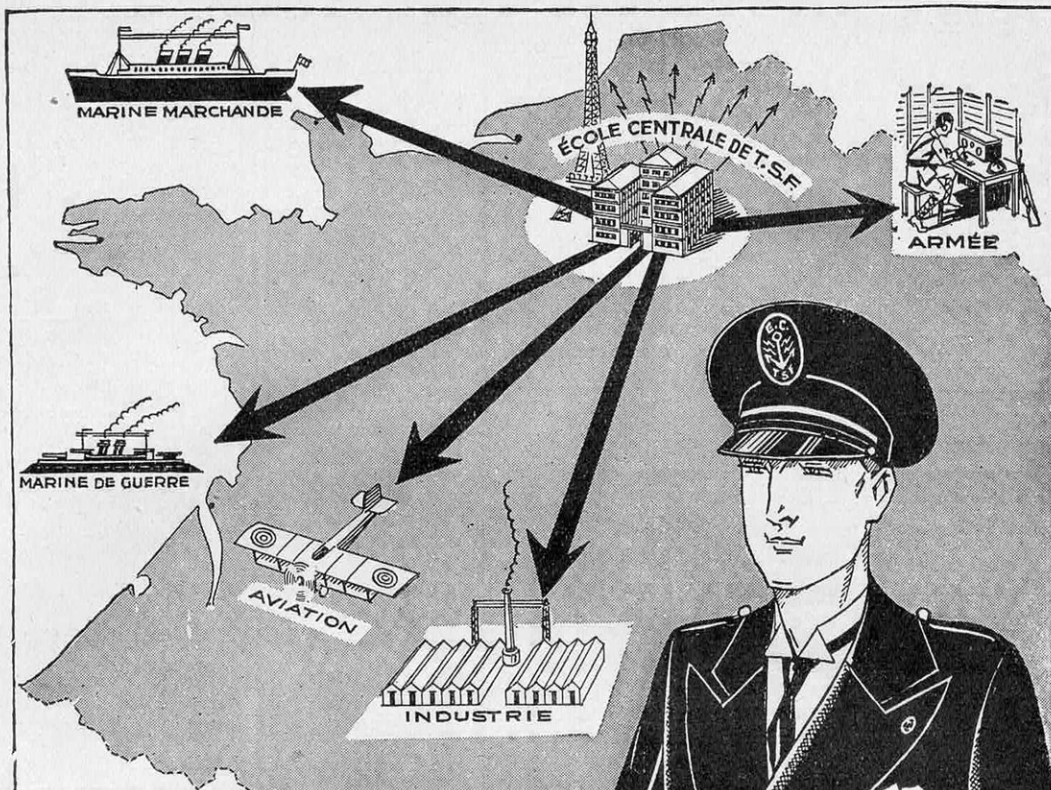
DANS un pays comme la France, où plus de 28.000 communes (sur 38.000) n'ont pas encore d'eau potable, le problème de l'épuration des eaux exige des solutions efficaces et rapides.

Récemment, à propos d'un rapport publié le 18 mai 1933, au nom de la Commission d'Hygiène de la Chambre des Députés, par le docteur Goujon, une polémique s'est amplement déroulée par pages entières d'annonces dans nos grands quotidiens pour préconiser tel procédé aux dépens de tel autre. Le député Goujon, auquel on doit l'admirable réalisation d'urbanisme de Villeurbanne, près Lyon (voir *La Science et la Vie*, n° 181 page 47), avait, en effet, affirmé que le traitement des eaux alimentaires par l'hypochlorite de soude (eau de Javel), s'était révélé beaucoup plus efficace et économique que celui par l'ozone. C'est tout le procès de la *verdunisation* contre l'*ozonisation*. Nous aurons l'occasion de revenir sur cette question capitale en nous plaçant au point de vue exclusivement technique. La pratique a, en effet, démontré que l'expérience de laboratoire n'est pas toujours concluante quand on passe de son domaine dans celui de l'application industrielle. Les statistiques sont éloquentes à ce sujet (voir rapport de M. Goujon sur les résultats obtenus notamment à Nice par les procédés d'épuration à base d'ozone). Nous nous proposons donc d'étudier ici — dès que possible — les différentes méthodes employées pour l'épuration des eaux tant en France qu'à l'étranger. L'Angleterre, l'Allemagne, les Etats-Unis possèdent, comme on sait, les installations les plus perfectionnées en matière de distribution d'eau potable : la France est loin, hélas ! de les égaler à cet égard. Nous commencerons par exposer comment ce problème scientifique et industriel de l'épuration des eaux est à la fois d'ordre *mécanique* (filtration), *chimique* (composition de l'eau), *bactériologique* (élimination des éléments pathogènes : bacilles typhiques et paratyphiques en particulier). B. G.



LA SCIENCE ET LA VIE
EST LE SEUL MAGAZINE DE VULGARISATION
SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIELLE





ÉCOLE CENTRALE DE T.S.F.

12, Rue de la Lune - PARIS (2^e)

Toutes les préparations

PROFESSIONNELLES. - Radiotélégraphistes des Ministères et Grandes Administrations; Officiers-Radio de la Marine Marchande; Ingénieurs et Sous-Ingénieurs Radio; Chefs-Monteurs; Radio-Opérateurs des Stations de T. S. F. Coloniales.

MILITAIRES :

Génie. - Chefs de Postes et Elèves Officiers de Réserve.

Aviation. - Breveté Radio.

Marine. - Breveté Radio.

Durée moyenne des études : 5 à 10 mois

L'Ecole s'occupe du placement et de l'incorporation

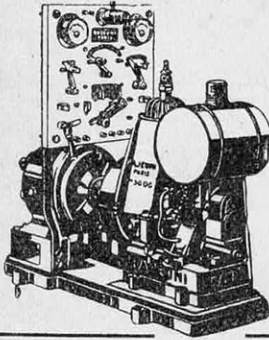
Cours du jour, du soir et par correspondance

Demander renseignements pour la nouvelle session du 4 octobre 1933



E. Farochi

Groupe électrogène ou Moto-Pompe RAJEUNI

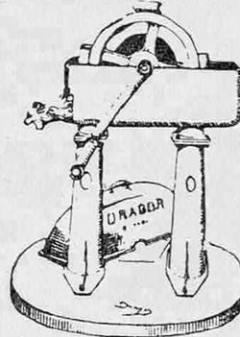


Bien que minuscule, ce Groupe est de la même excellente qualité que les autres appareils construits par les Etablissements RAJEUNI.

Il comporte la perfection résultant d'essais et d'expériences continus. La longue pratique de ses créateurs se révèle dans sa construction simple et indéfectible.

Catalogue n° 182 et renseignements sur demande.

119, r. St-Maur, PARIS-XI^e
Tél. : Oberkampf 52-46



DRAGOR

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

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

Voir article, n° 83, page 446.

LES

TURBO-AGITATEURS

créent dans les masses liquides les plus diverses un **brassage incomparable.**



MODÈLES FIXES,
PORTATIFS,
OU DE LABORATOIRE,
EN TOUS MÉTAUX

.....
RENÉ MORITZ
3, avenue de Pomereu, 3
CHATOU (S.-&-O.)

L'aiguille BUSSOZ,

dernière création, est garantie comme devant servir, **sans être changée** et sans manifester aucune trace d'usure sur les disques, pour une moyenne de **1.500 auditions.**

.....
SONORITÉ et PURETÉ absolues

Prix : **30 francs**

BUSSOZ, 79, rue de Clignancourt, Paris-18^e

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

par les

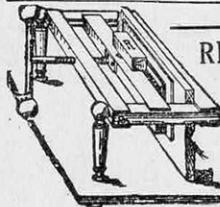
DÉTECTEURS ÉLECTRO-MAGNÉTIQUES

L. TURENNE, ING. E. C. P.
19, RUE DE CHAZELLES, PARIS-17^e

Vente des Livres et des Appareils
permettant les contrôles.

**POMPES - RÉSERVOIRS
ÉLECTRICITÉ - CHAUFFAGE**

*Sans-filistes, méfiez-vous de ces
appareils de T. S. F. qui « annon-
cent » toutes leurs qualités à des
prix par trop avantageux, à la qua-
trième page des quotidiens. Sou-
venez-vous que seules les revues
scientifiques recommandent des
appareils scientifiques. Adressez-
vous à La Science et la Vie qui
met à votre disposition, gracieu-
sément, son service technique qui
se compose de techniciens avertis.
Vous éviterez bien des mécomptes.*



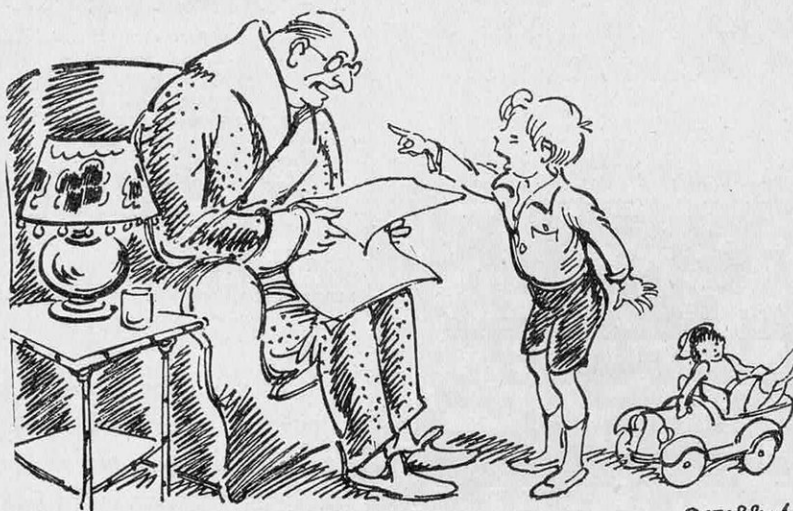
RELIER tout SOI-MÊME
avec la RELIEUSE-MÉREDIEU
est une distraction
à la portée de tous

Outillage et Fournitures générales
Notice illustrée franco contre 1 fr.
V. FOUÈRE & LAURENT, à ANGOULÈME

INVENTEURS

Pour vos
BREVETS

Adressez-vous à : **ROGER PAUL**, Ingénieur-Conseil
35, rue de la Lune, PARIS (2^e) **Brochure gratis !**



- Si tu veux conserver de belles dents, ^{meubles} il faut les laver au Dentol.
- T'as pas dû te les laver beaucoup toi'.

Le **DENTOL**, eau, pâte, poudre, savon, est un dentifrice à la fois souverainement antiseptique et doué du parfum le plus agréable. Créé d'après les travaux de Pasteur, il est tout particulièrement recommandé aux fumeurs. Il laisse dans la bouche une sensation de fraîcheur très persistante.

Dentol

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



“ LA PRISE DE COUPURE ” et “ LE VA ET VIENT COMBINÉ ”

vous permettent : 1° d'éteindre ou d'allumer une lampe portative sans avoir à débrancher la prise de courant; 2° le *Va et vient* vous évite de modifier votre installation d'allumage simple et vous donne l'allumage et l'extinction en deux points différents : entrée, tête de lit, etc. *La prise de coupure*, avec 1 m. 50 de fil souple, contre remb^t : 20 francs. Supp^t par mètre de fil deux conducteurs : 2 fr. 50.

Va et vient combiné, avec 2 mètres de fil 3 conducteurs, 1 poire *Va et vient* contre remb^t : 30 francs. Supplément par mètre de fil 3 conducteurs : 2 fr. 25

TALMON 55, rue de l'Ermitage, Paris-20^e — Téléph. : Mènilmontant 50-84



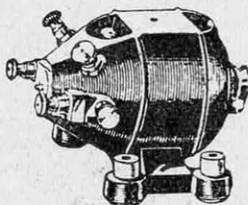
SOURDS

AUDIOS présente pour 1933 deux nouveautés sensationnelles : l'**EXTRA-PLAT** et le **SUPER-RÉSONNANT** basés sur une récente découverte révolutionnant la surdité

Demandez dès aujourd'hui le livre illustré du Docteur RAJAU à DESGRAIS, fabricant, 140, rue du Temple, PARIS (Joindre 3 fr. en timbres-poste.)

LE MICRODYNE

Le plus petit moteur industriel du monde



MOTEURS UNIVERSELS DE FAIBLE PUISSANCE

L. DRAKE, Constructeur
240 bis, Bd Jean-Jaures
BILLANCOURT
Téléphone : Molitor 12-39

Sait-on que, dans la fabrication de nos vernis celluloseux, si répandus aujourd'hui dans l'industrie, les nitrocelluloses utilisées proviennent toutes de l'étranger ? Il en est de même, du reste, des résines synthétiques couramment employées en France, qui nous sont fournies par l'importation. Voilà deux fabrications, nées du progrès de la chimie industrielle, pour lesquelles nous sommes entièrement tributaires de l'étranger. Nos importations l'emportent de plus en plus sur nos exportations : ceci explique cela.

L'actualité est comme la mode : elle est sujette à éclipses. Où en est, en effet, dans le monde, la mise au point des fameux avions stratosphériques dont nous avons entretenu nos lecteurs (Voir *La Science et la Vie*, N° 178, page 265) ? Où en est la mise au point de ces fameux moteurs Diesel d'aviation, qui devaient supprimer toute cause d'incendie à bord ? En Allemagne, la « Lufthansa » elle-même, qui avait adopté ces moteurs à combustibles lourds (dits « ininflammables » dans les conditions ordinaires) pour garantir la sécurité à ses passagers, ne semble pas en généraliser l'emploi.

La conception est relativement aisée ; la technique est difficile ; elle exige de la patience.

TOUS LES SCIAGES et autres usages, avec... et tous vos autres travaux avec

VOLT-SCIE avec
sur courant lumière, VOLT-OUTIL

S.G.A.S. 44, r. du Louvre, PARIS (1^{er})

MANUEL-GUIDE GRATIS

INVENTIONS

OBTENTION de BREVETS POUR TOUS PAYS
Dépôt de Marques de Fabrique

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



TIMBRES-POSTE AUTHENTiques DES MISSIONS ÉTRANGÈRES

Garantis non triés, vendus au kilo
Demandez les notices explicatives au Directeur de l'Office des Timbres-Poste des Missions, à PIBRAC, près Toulouse (Haute-Garonne)

LA SCIENCE ET LA VIE

est le seul Magazine de Vulgarisation
Scientifique et Industrielle

CIGARETTES WEEK-END

**GOUT
ANGLAIS**



M.PONTY



REGIE FRANCAISE
CAISSE AUTONOME D'AMORTISSEMENT

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

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

12, rue Du Sommerard et 3, rue Thénard | Ecole d'Application et Polygone
PARIS (V^e) | CACHAN, près Paris

1. ÉCOLE DE PLEIN EXERCICE

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

146 professeurs

CINQ SPÉCIALITÉS :

- | | |
|---|--|
| 1 ^o Ecole supérieure des Travaux publics : Diplôme d'Ingénieur des Travaux publics ; | 3 ^o Ecole supérieure de Mécanique et d'Electricité : Diplôme d'Ingénieur-Mécanicien-Electricien ; |
| 2 ^o Ecole supérieure du Bâtiment : Diplôme d'Ingénieur-Architecte ; | 4 ^o Ecole supérieure de Topographie : Diplôme d'Ingénieur-Géomètre. |
| 5 ^o 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, organisé à l'Ecole des Travaux Publics, les prépare à ce diplôme.

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

Les Concours d'admission ont lieu, chaque année, en deux sessions. Pour l'année scolaire 1933-1934, la première session a eu lieu du 17 au 26 juillet ; la seconde aura lieu du 27 septembre au 6 octobre.

2. L' " ÉCOLE CHEZ SOI "

(ENSEIGNEMENT PAR CORRESPONDANCE)

25.000 élèves par an - 173 professeurs spécialistes

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

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

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

NOTICES, CATALOGUES ET PROGRAMMES SUR DEMANDE ADRESSÉE A L'

ÉCOLE SPÉCIALE DES TRAVAUX PUBLICS

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

LIBRAIRIE DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE

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

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