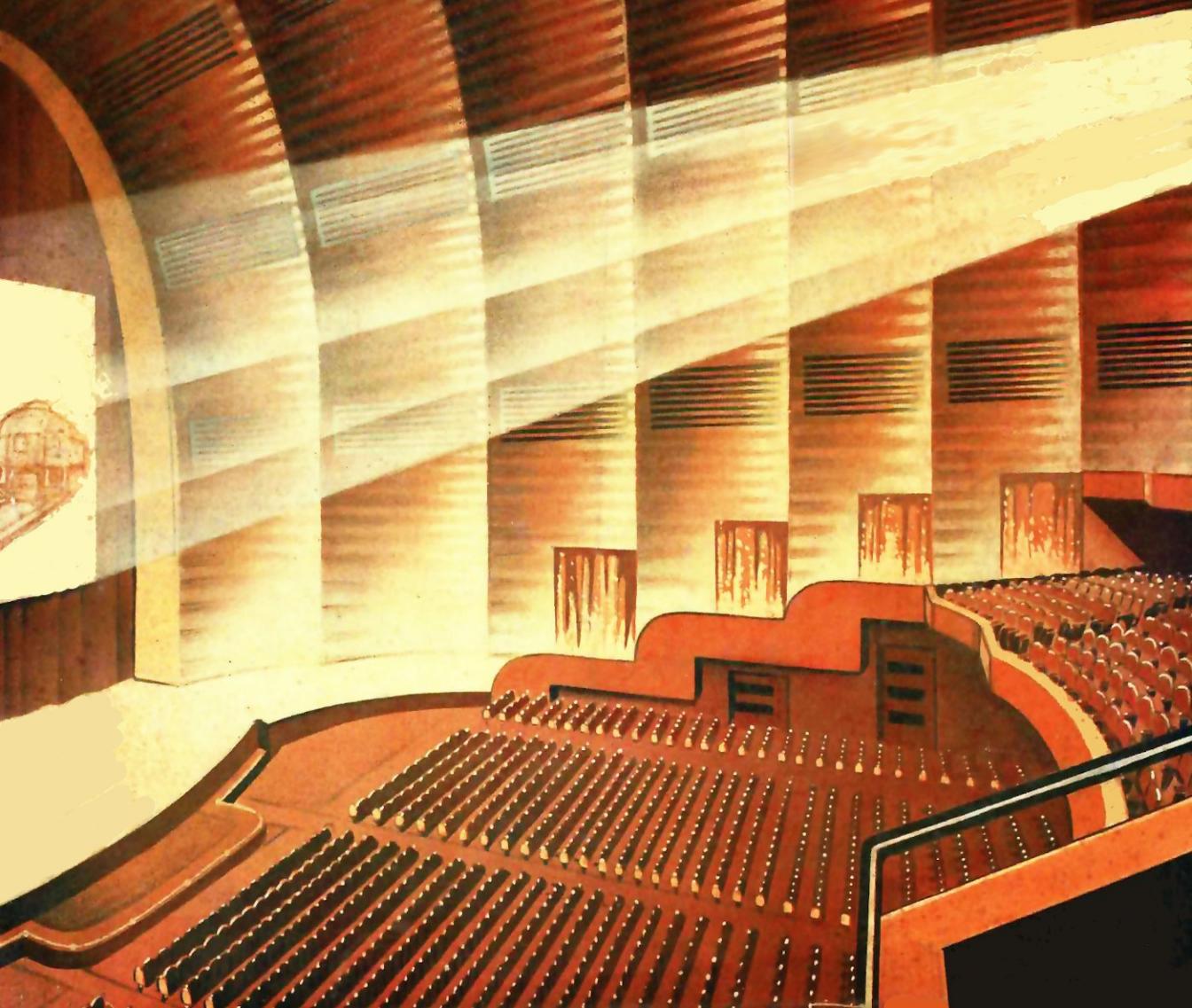


France et Colonies : 4 fr.

N° 228 - Juin 1936

LA SCIENCE ET LA VIE



d'après Léon Dupin
création Joseph Charlier



CIGARETTES

CELTIQUE

CAISSE AUTONOME
D'AMORTISSEMENT ■

GROS MODULE



placées sous
le haut patronage
de plusieurs Ministères

19, rue Viète, PARIS-17^e
Tél. : Wagram 27-97

Cours sur place ou par correspondance

COMMERCE ET INDUSTRIE

Obtention de Diplômes
ou Certificats
COMPTABLES
EXPERTS COMPTABLES
SECRÉTAIRES
DESSINATEURS
CONTREMAÎTRES
CHEFS DE SERVICE
INGÉNIEURS
DIRECTEURS

ARMÉE

T. S. F.
Spécialistes pour toutes les armes,
E. O. R. et ÉCOLE d'ÉLÈVES-
OFFICIERS

P. T. T.

BREVETS D'OPÉRATEURS
DE T. S. F. de 1^{re} et 2^e classe
Préparation spéciale au Concours
de Vérificateur des Installations
électromécaniques.
Tous les autres concours :
DES ADMINISTRATIONS
DES CHEMINS DE FER, etc.
Certificats. Brevets. Baccalauréats

PROGRAMMES GRATUITS (Joindre un timbre pour toute réponse)

MARINE MILITAIRE

Préparation aux Ecoles
des **ÉLÈVES-INGÉNIEURS MÉ-**
CANICIENS (Brest) — des **SOUS-**
OFFICIERS MÉCANICIENS
(Toulon) et **PONT (Brest)** — des
MÉCANICIENS : Moteurs et Ma-
chines (Lorient) — à l'**ÉCOLE**
NAVALE et à l'**ÉCOLE** des
ÉLÈVES-OFFICIERS
BREVET DE T. S. F.

AVIATION

NAVIGATEURS AÉRIENS
AGENTS TECHNIQUES - T. S. F.
INGÉNIEURS ADJOINTS
ÉLÈVES-INGÉNIEURS
OFFICIERS MÉCANICIENS
ÉCOLES de ROCHEFORT et d'ISTRES
ÉCOLE DE L'AIR
SPÉCIALISTES ET E. O. R.

MARINE MARCHANDE

Préparation des Examens
ÉCOLES DE NAVIGATION
ÉLÈVES-OFFICIERS
LIEUTENANTS, CAPITAINES
OFFICIERS MÉCANICIENS
COMMISSAIRES, OFFICIERS T. S. F.
Les Brevets d'Officiers-Mécan. de 2^e cl. et d'Elèves-Off. peuvent être acquis sans avoir navigué.

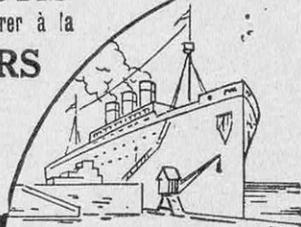
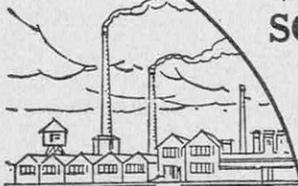
TOUS LES INGÉNIEURS

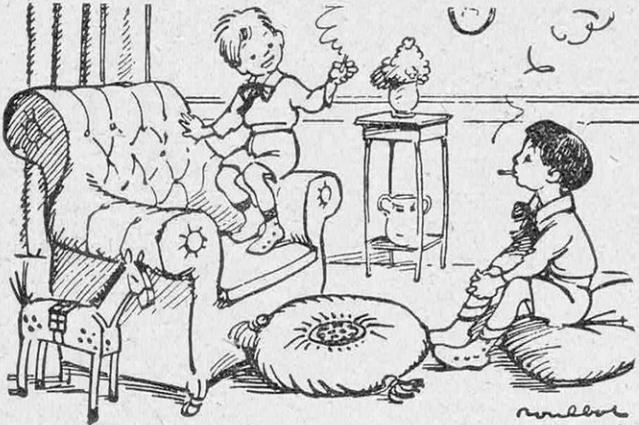
non diplômés des Grandes Ecoles de l'Etat doivent adhérer à la

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS PROFESSIONNELS

19, rue Viète, PARIS (17^e)

Les Statuts de la Société seront envoyés gra-
tuitement sur simple demande.





- Maman le sentira que nous avons fumé.
- Mais non, nous nous laverons la bouche avec
son Dentol.

LE DENTOL

eau - pâte - poudre - savon

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

Maison FRÈRE, 19, rue Jacob, Paris.

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

Dentol

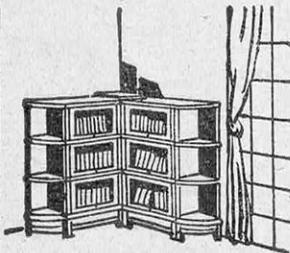
**BIBLIOTHÈQUES
EXTENSIBLES ET
TRANSFORMABLES**

M. D.



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

Demandez l'envoi gratuit du Catalogue n° 71.



**BIBLIOTHÈQUE
M. D.**

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

**FACILITÉS DE
PAIEMENT**

SITUATION

lucrative, indépendante, immédiate

JEUNES OU VIEUX DES DEUX SEXES
demandez-la à l'

**ÉCOLE TECHNIQUE SUPÉRIEURE DE
REPRÉSENTATION ET DE COMMERCE**

fondée par les industriels de
L'UNION NATIONALE DU COMMERCE EXTÉRIEUR,
seuls qualifiés pour vous donner
diplôme et situation de représentant,
directeur ou ingénieur commercial.

ON PEUT GAGNER EN ÉTUDIANT

Cours oraux et par correspondance
Quelques mois d'études suffisent

Les élèves sont attendus pour des situations

« SI J'AVAIS SU, quand j'étais jeune ! mais j'ai dû apprendre seul pendant 30 ou 40 ans à mes dépens », disent les hommes d'affaires, les agents commerciaux qui ont végété longtemps ou toujours et même ceux qui ont eu des dons suffisants pour se former seuls. Ne perdez pas vos meilleures années. Plusieurs milliers de représentants incapables sont à remplacer.

Demandez la brochure gratuite N° 66 à l'Ecole T. S. R. C.
3 bis, rue d'Athènes, PARIS

Apprenez à dessiner

NE refoulez plus vos talents personnels, qui ne demandent qu'à se manifester !

Le don du dessin se rencontre beaucoup plus fréquemment qu'on ne le suppose. Bien des personnes sont douées, mais elles n'ont pu tirer parti de leur talent.

On ignore trop que ces dons peuvent être rapidement mis au point. En faisant appel à une méthode éprouvée, avec un peu d'initiative et des dispositions moyennes, vous pouvez acquérir cette magnifique formation qui ajoutera tant de joies et de profits à votre existence.

Par la méthode A. B. C. de Dessin, vous apprendrez à dessiner chez vous, à vos heures de loisir, vite et facilement. Vous recevrez l'enseignement strictement individuel des meilleurs maîtres de Paris. Dès le début, vous créez par vous-même croquis portraits, paysages. Vingt ans d'expérience ont permis à l'Ecole A. B. C. de rejeter toute théorie inutile, toute perte de temps. Aussi même avant la fin du

cours, selon votre degré d'habileté et d'enthousiasme, vous pourrez augmenter vos revenus en vendant vos travaux.

L'Ecole A. B. C. de Dessin vient de créer un album merveilleusement moderne. Procurez-vous ce beau volume, attrayant comme un magazine. Vous le recevrez gratuitement.

Il vous apporte déjà une première leçon de Dessin, par l'exposé que vous y trouverez de la Méthode A. B. C. — Page par page, parmi les illustrations les plus variées, vous constaterez dans cet album comment les élèves de l'Ecole A. B. C. sont conduits très vite du gribouillage de l'amateur aux certitudes, aux joies, aux profits du dessinateur et de l'artiste.

Quelle que soit votre profession, quel que soit le genre de votre activité, le dessin vous sera utile à un moment de votre carrière. N'attendez pas de vous trouver pris au dépourvu. Renseignez-vous.

Il faut connaître les chances offertes dans ce domaine. Il faut avoir lu l'attrayant album gratuit de l'Ecole A. B. C. qui vient d'être édité. Remplissez et envoyez sans retard le coupon ci-dessous.



Cette attitude enfantine si naturelle n'est-elle pas prise sur le vif avec un rare bonheur ? Croquis d'une de nos élèves à son 6^e mois d'études.



Vigoureux portrait de lui-même fait par M. Gaston Foubert, lauréat du Prix Gustave-Doré, durant ses études à l'A. B. C.

..... EXPÉDIEZ CE COUPON AUJOURD'HUI MÊME

Ecole A. B. C. de Dessin — Studio B 9
12, rue Lincoln (Champs Elysées), PARIS-8^e

Je vous prie de m'envoyer, gratuitement et sans aucun engagement pour moi, votre album entièrement illustré m'apportant des détails complets sur la méthode A. B. C. de Dessin.

NOM

Profession Age

Rue N^o

VILLE Dépar^t

PETITS MOTEURS INDUSTRIELS

MICRODYNE

L. DRAKE CONSTRUCTEUR

240^{bis} RUE JEAN-JAURES
BILLANCOURT

TELEPHONE
MOLITOR 12.39

Quel plaisir!
de photographier avec le
"VERASCOPE RICHARD"
le meilleur des appareils photographiques stéréoscopiques

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

Le "STÉRÉA"
appareil photographique stéréoscopique

avec le **GLYPHOSCOPES, HOMÉOS, etc...**

TAXIPHOTE RICHARD
LES VACANCES NE SONT JAMAIS FINIES

Afin de faciliter le classement et l'examen de vos collections de vues stéréoscopiques, nous avons créé des taxiphotos, stéréoscopes à répétition qui vous permettront de revoir chez vous les jolis paysages que vous aurez pris pendant vos vacances.

E^TJules RICHARD

7, Rue Lafayette (Opéra) Usine et bureau 23, Rue Mélingue, PARIS

R.I.S. "Rubis"

BON^E pour recevoir notre catalogue gratuit.

FACILITÉS DE PAIEMENT

**Recherches des Sources
Filons d'eau**

**Minerais, Métaux,
Souterrains, etc.**

PAR LES

**DÉTECTEURS
ÉLECTRO-MAGNÉTIQUES**

L. TURENNE
INGÉNIEUR E. C. P.
19, rue de Chazelles, 19
PARIS (17^e)

Vente des Livres et des Appareils
permettant les Contrôles.

POMPES - RÉSERVOIRS
ÉLECTRICITÉ - CHAUFFAGE

ARROSEUR IDEAL

TOUS DÉBITS. TOUTES PRESSIONS

depuis 45f

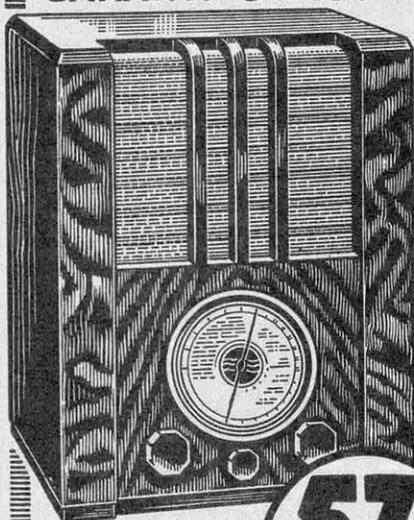
E. GUILBERT
50, AVENUE DE LA REINE
BOULOGNE SUR SEINE
TEL: MOLITOR .17-76

tous articles de jardin

**LE POSTE DE
HAUTE FIDÉLITÉ:**

Le nouveau
Miracle

**A RÉGLAGE
GYROSCOPIQUE**
BREVETÉ S.G.D.G. LICENCE E.M.C.
GARANTI UN AN



L'EUROPE
A VOTRE DISPOSITION
AVEC RAPIDITÉ,
SOUPLESSE, PRÉCISION

57 fr.
PAR
MOIS
ou **650** f.
AU COMPTANT

RADIO-LYON
CONSTRUCTEUR

Fournisseur des Hôpitaux de Paris et
des Etabliss. scolaires supérieurs

37 Av. LEDRU-ROLLIN (12^e) M² Gare de Lyon

142 rue MONTMARTRE (2^e) Métro: Bourse

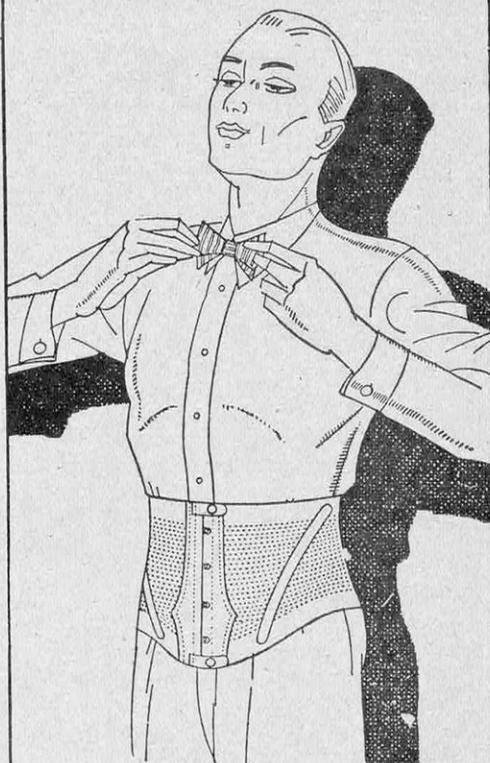
148 rue OBERKAMPF (11^e) M² Métro: Montant

DISTRIBUTEURS OFFICIELS :

94 bis Av. JEAN-JAURÈS - Pavillons-s/Bois

49 Rue des BOURGUIGNONS - Bois-Colombes

Ces magasins sont ouverts, même les
dimanches et fêtes, jusqu'à 20 heures
et le samedi jusqu'à 22 h.



Pour sa Santé !
Pour sa Ligne !

L'HOMME MODERNE

doit porter la

Nouvelle Ceinture

Anatomic

INDISPENSABLE à tous les hommes
qui " fatiguent " dont les organes
doivent être soutenus et maintenus.
OBLIGATOIRE aux " sédentaires "
qui éviteront " l'empâtement abdo-
minal " et une infirmité dangereuse :
l'obésité.

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

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

BELLARD - V - THILLIEZ

SPÉCIALISTES

22, Faub. Montmartre - PARIS-9^e

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 29 ans, l'objet de perfectionnements constants, est prouvée par

LES MILLIERS DE SUCCÈS

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

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

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

BROCHURE N° 17.104, concernant les *classes complètes* de l'**Enseignement primaire et primaire supérieur** jusqu'au Brevet élémentaire et Brevet supérieur inclusivement — concernant, en outre, la préparation rapide au *Certificat d'études primaires*, au *Brevet élémentaire*, au *Brevet supérieur*, pour les jeunes gens et jeunes filles qui ont déjà suivi les cours complets d'une école — concernant, enfin, la préparation au *Certificat d'aptitude pédagogique*, aux divers *Professorats*, à l'*Inspection primaire*, au *Certificat d'études P. C. B.* et à l'*examen d'herboriste*.

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

BROCHURE N° 17.107, concernant toutes les *classes complètes* de l'**Enseignement secondaire** officiel depuis la onzième jusqu'au *Baccalauréat* inclusivement — concernant aussi les examens de passage — concernant, enfin, pour les jeunes gens et les jeunes filles qui ont déjà suivi les cours d'un lycée ou d'un collège, la préparation rapide aux *divers baccalauréats* et aux *diplômes de fin d'études secondaires*.

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

BROCHURE N° 17.113, 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° 17.118, concernant la préparation aux concours d'admission dans **toutes les grandes Ecoles spéciales** : Agriculture, Industrie, Travaux Publics, Mines, Commerce, Armée et Marine, Enseignement, Beaux-Arts, Colonies, etc.

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

BROCHURE N° 17.122, 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° 17.126, 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° 17.131, 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° 17.137, 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° 17.143, 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° 17.148, concernant la préparation aux métiers de la **Couture**, de la **Coupe**, de la **Mode** et de la **Chemiserie** : Petite-Main, Seconde-Main, Première-Main, Couturière, Vendeuse, Vendeuse-retoucheuse, Modéliste, Modiste, Coupeuse, Lingère, Brodeuse, Coupeur-Chemisier, Coupe pour hommes, Professorats libres et officiels, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs officiels et par des Spécialistes hautement réputés.)

BROCHURE N° 17.153, concernant la préparation aux carrières du **Cinéma** : Carrières artistiques, techniques et administratives.
(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 17.156, concernant la préparation aux carrières du **Journalisme** : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 17.163, 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° 17.166, concernant l'étude des **Langues étrangères** : *Anglais, Espagnol, Italien, Allemand, Russe, Annamite, Portugais, Arabe, Esperanto*. — Concernant, en outre, les carrières accessibles aux polyglottes et le **Tourisme** (Interprète).
(Enseignement donné par des Professeurs ayant longuement séjourné dans les pays dont ils enseignent la langue.)

BROCHURE N° 17.171, concernant l'enseignement de tous les **Arts du Dessin** : Cours universel de dessin, Dessin usuel, Illustration, Caricature, Composition décorative, Décoration, Aquarelle, Peinture, Pastel, Fusain, Gravure, Décoration publicitaire — concernant également la préparation à tous les **Métiers d'art** et aux divers **Professorats**, E. P. S., Lycées, Ecoles pratiques.
(Enseignement donné par des Artistes réputés, Lauréats des Salons officiels, Professeurs diplômés, etc.)

BROCHURE N° 17.178, 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° 17.181, concernant la préparation à toutes les **carrières coloniales** : Administration, Commerce, Industrie, Agriculture.
(Enseignement donné par des Fonctionnaires supérieurs des Grandes Administrations, Techniciens spécialistes des questions coloniales, Ingénieurs d'Agronomie coloniale.)

BROCHURE N° 17.186, concernant l'**Art d'écrire** (Rédaction littéraire, Versification) et l'**Art de parler en public** (*Eloquence usuelle, Diction*).

BROCHURE N° 17.193, concernant l'**enseignement** pour les **enfants débiles** ou **retardés**.

BROCHURE N° 17.196, concernant les **carrières féminines** dans tous les ordres d'activité.

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

L'ÉCOLE UNIVERSELLE

59, boulevard Exelmans, PARIS (16^e)

Apprenez à dessiner

Dans le bel et substantiel ouvrage qu'il vient de consacrer à *L'Exercice de la Volonté*, M. GEORGES DWELSHAUVERS, professeur à l'Université Catholique de Paris, s'exprime ainsi au sujet du dessin, trop longtemps relégué « au rang inférieur et accessoire d'art d'agrément » :

« Tous les enfants dessinent volontiers ; c'est même pour eux un langage ; ils veulent par là dire quelque chose. N'est-il pas absurde qu'on laisse perdre cette activité naturelle et qu'à vingt ans, le nombre de jeunes gens capables de dessiner soit minime ? Pourquoi ? C'est qu'on n'a pas soigné la technique, l'automatisme moteur qui permette de rendre exactement ce qu'on voit. Bien guidé, tout enfant normal peut apprendre à dessiner. Plus tard, cela sera précieux dans un grand nombre de professions, sans compter le plaisir qu'on y trouve dans les voyages. La photographie, si répandue, ne remplacera jamais ce qu'il y a de vivant et d'original dans un croquis que l'on fait soi-même. »

AVANT DE CHOISIR UN COURS DE DESSIN, lisez les quelques lettres que voici :

Monsieur le Directeur,
Je vous envoie ci-joint la dernière série du cours de **Décoration Publicitaire** que je suis depuis un an.

Je vous avoue que je m'étais fait inscrire à l'Ecole Universelle sans grande confiance... Dès réception des cours, j'ai compris mon erreur, et, par la suite, après le retour des séries de devoirs corrigés, **JE N'AI FAIT QUE ME LOUER DE M'ÊTRE FAIT INSCRIRE.**

Les cours sont judicieusement composés, et l'on s'assimile très facilement les diverses leçons.

Les corrections sont toujours bien faites et bien explicites, et l'on aborde sans peine des devoirs de plus en plus difficiles...

J'aurai peut-être un jour l'avantage de me faire inscrire à d'autres cours de votre Ecole ; en attendant, veuillez trouver ici l'expression de ma meilleure gratitude et adresser à mon cher professeur mes plus sincères remerciements.

M. M..., Epinal.

Monsieur le Directeur,
Je vais terminer bientôt mon **Cours de dessin d'illustration**, et je tiens à vous remercier, ainsi que mes professeurs, dont les conseils si justes et si bienveillants m'ont aidée à faire de grands progrès.

Je ne peux que vous adresser des félicitations pour votre enseignement. La méthode suivie dans le cours est parfaite, et **TOUT EN GUIDANT L'ÉLÈVE, ELLE LUI LAISSE TOUTE SON INITIATIVE.** La correction des devoirs est toujours très claire et précise, et vos envois ont été très réguliers...

M. J..., Lyon.

Messieurs les Directeurs,
J'AI BEAUCOUP PLUS PROFITÉ de votre **Cours de dessin d'illustration** dans ces quelques mois que de tous les traités de peinture que j'ai lus. Les observations de mon cher professeur, que j'estime bien et auquel je suis fort reconnaissant, sont on ne peut plus claires, intéressantes et encourageantes.

JE VAIS BIENTOT COMMENCER mon **Cours d'aquarelle** sous votre direction...

JE SUIVRAI PLUS TARD votre **Cours complet de peinture à l'huile.**

Veuillez agréer, Messieurs, avec mes sincères remerciements, l'expression de mes meilleurs sentiments.

H. A..., Alexandrie (Egypte).

Monsieur,
Je suis heureuse de constater que votre élève, Henri C..., vous a donné toute satisfaction. J'ai pu juger par moi-même du travail que l'enfant s'efforçait de donner, et je suis con-

tente de voir les progrès qu'il a réalisés sous votre direction. Aussi le **Cours pratique de dessin** qu'il finit en ce moment n'ayant plus que trois séries, je désirerais ensuite le spécialiser, et c'est vers l'architecture que je voudrais l'orienter...

Soyez donc assez aimable pour me faire envoyer la brochure qui traite de l'architecture, afin que je me rende compte des cours à lui faire suivre...

Je ne peux que vous complimenter de l'ensemble des cours et des corrections, et je suis très heureuse de le dire lorsqu'on me demande des explications sur votre mode d'enseignement...

J'ajoute une nouvelle qui ne peut que vous être agréable ; mon fils, Henri C..., **A OBTENU AU COURS SUPÉRIEUR QU'IL SUIT LE PREMIER PRIX DE DESSIN GÉOMÉTRIQUE ET LE PREMIER PRIX DE DESSIN D'ORNEMENT.**

Comme il vous revient une bonne part de ce succès, je suis enchantée de vous en instruire.

M. C..., Les Mureaux (S.-et-O.).

Messieurs les Directeurs,
J'ai terminé le **Cours Universel de Dessin** et vous remercie sincèrement. Puis-je vous rappeler que j'ai aussi suivi les **Cours d'illustration** et de **composition décorative**. Aussi, maintenant, je peux dire que **JE SAIS DESSINER, GRACE A VOTRE EXCELLENTE MÉTHODE, ET AUSSI A VOS DÉVOUÉS PROFESSEURS.** Je les remercie beaucoup de tout le soin qu'ils ont apporté aux corrections de mes devoirs. Ils m'ont ainsi permis de progresser constamment. Aussi, à tous ceux qui veulent se donner la peine d'apprendre par correspondance, je conseille de s'adresser à votre Ecole. Je suis persuadé que c'est bien la meilleure...

A L..., Auch (Gers).

Monsieur le Directeur,
... Je ne trouve pas de mots pour vous exprimer mes remerciements pour l'intérêt que vous me portez.

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

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

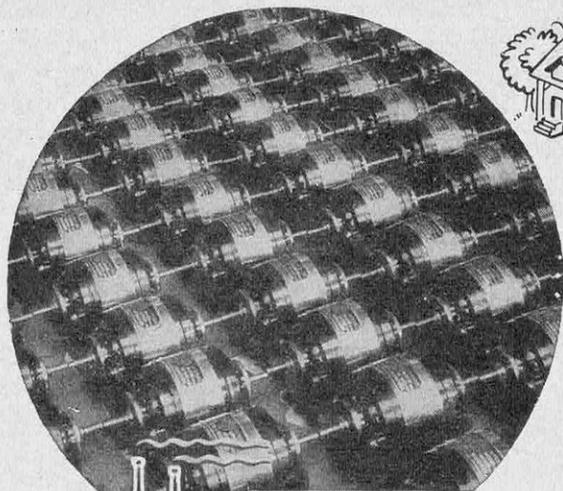
Le frère d'une camarade, M. Henri M..., m'avait parlé d'un cours de musique qu'il suivait par correspondance, ce qui me causa alors de l'ébahissement... Mais, à présent, je constate avec joie la lumière envoyée à toute distance par votre Ecole admirablement organisée.

S. C..., à Samos-Vathy (Grèce).

Vous trouverez de nombreuses lettres, au moins aussi élogieuses que celles-ci, accompagnées du nom et de l'adresse complète de chaque signataire, dans la brochure n° 17.171 bis, que vous enverra gratuitement, sur simple demande,

L'ÉCOLE UNIVERSELLE, 59, boul. Exelmans, Paris-16^e

Vous y trouverez également le programme détaillé de ses cours de Dessin, Aquarelle, Pastel, Peinture à l'huile, Gravure, Histoire de l'Art, Illustration, Figurines de Mode, etc.



Pas de foyer
 Pas d'atelier
 Pas d'usine
sans un

MOTEUR

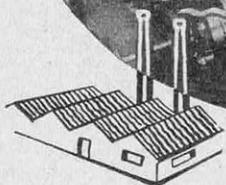
RAGONOT-ERA

moteurs à réducteurs de vitesse · moteurs spéciaux · génératrices convertisseurs

Ragonot-Delco
 (Licence Delco)

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

Pub. R.-L. Dupuy



...ou un

La Sécurité Intégrale
par le Verre de Sécurité

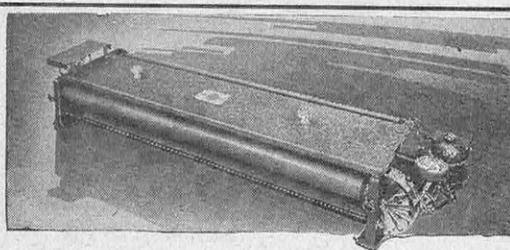
HUET

Equipez votre voiture avec des Verres HUET

qui sont rigoureusement transparents,
 ne jaunissent pas,
 ne se décollent pas,
 et, en cas d'accident, s'étoilent sans projection d'éclats

L'ÉCLAT SANS ÉCLATS

76, boulevard de la Villette — PARIS



*Une nouvelle machine
à tirer les bleus*

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

*Robuste Rapide
Economique*

Demandez Catalogues et Renseignements à

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

**un ensemble
unique...**

PHOTOGRAVURE
CLICHERIE
GALVANOPLASTIE
DESSINS
PHOTOS
RETOUCHES

**pour
illustrer vos
Publicités**

Établissements

Laureys F^{res} * U

17, rue d'Enghien, Paris

LE PLUS MODERNE DES JOURNAUX

Documentation la plus complète et la plus variée

EXCELSIOR

GRAND QUOTIDIEN ILLUSTRÉ

ABONNEMENTS

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

LE GRAND SUCCÈS DU XIII^e SALON DE LA PHOTO

*vous
aurez
pour*

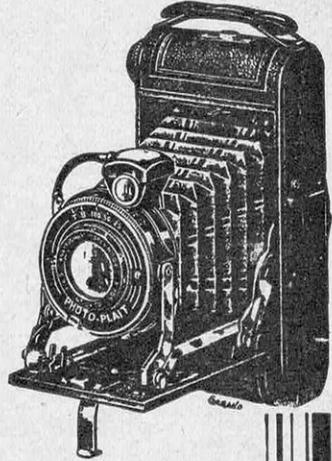
27 frs

LE "SPORTEX" PRIX 195 f

MODÈLE 1936

Automatique 6x9. Se chargeant en plein jour avec des pellicules de 8 poses. — ANASTIGMAT "SPLENDOR" 1: 4,5. — Obturateur 1/100^e à retardement, permettant de se photographier soi-même.

Le solde payable en 7 mensualités de 27 frs sans aucune majoration ou bien le même, format 6 1/2 x 11 c/m. PRIX : 240 francs ou 8 mensualités de 33 francs.



DERNIÈRE NOUVEAUTÉ "Le DUXO" 6x9 c/m

Appareil Automatique de Luxe, gainé cuir bords argentan chromé. Obturateur à retardement. — Double format 4 1/2 x 6 et 6 x 9 c/m. ANASTIGMAT "DUXONAR" 1: 4,5.

PRIX EXCEPTIONNELS :

Avec obturateur "PRONTOR I" 1/125 ^e	235. »	ou 8 mensualités de	32. »
— "PRONTOR II" à vitesses variables.	265. »	- 8	36. »
— "Compur" S 1/250 ^e	350. »	- 10	38. »
— "Compur" RAPID 1/400 ^e	425. »	- 12	38. »

**TOUS NOS APPAREILS SONT GARANTIS 2 ANS
REPRISE EN COMPTE DES ANCIENS MODÈLES**

EN VENTE SEULEMENT AUX ÉTABLISSEMENTS

PHOTO-PLAIT

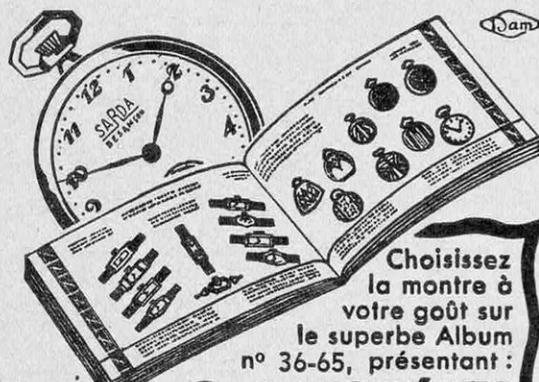
35, 37, 39, RUE LA FAYETTE - PARIS-Opéra

ou dans leurs
SUCCURSALES

142, rue de Rennes, PARIS-Montparnasse
104, rue de Richelieu, PARIS-Bourse
15, Galerie des Marchands (rez-de-ch.), Gare St-Lazare
6, place de la Porte-Champerret, PARIS-17^e

CADEAU Tout acheteur d'un "SPORTEX" ou d'un "DUXO" payé au comptant recevra GRATUITEMENT un SUPERBE SAC en cuir

CATALOGUE GÉNÉRAL 1936 S. V. adressé gratuitement sur demande
Pour devenir un parfait amateur, il faut lire LA PHOTO POUR TOUS, revue mensuelle illustrée de photographie. Le numéro : 4 fr. — Abon' un an : 36 fr.



Envoi
gratuit

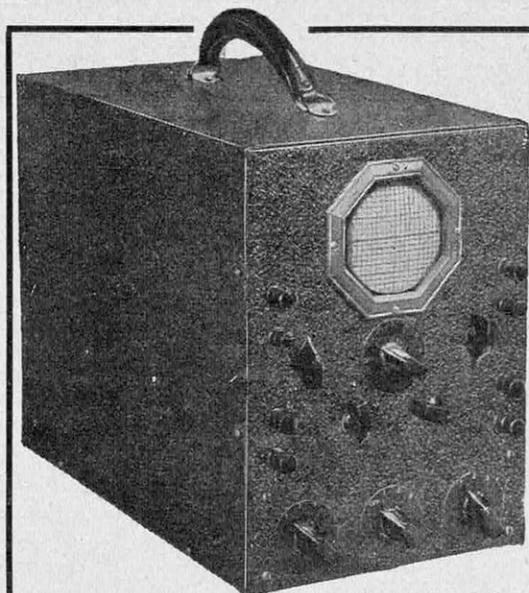
Choisissez
la montre à
votre goût sur
le superbe Album
n° 36-65, présentant :

**600 MODÈLES
DE MONTRES
DE BESANÇON**

tous les genres pour Dames et
Messieurs qualité incomparable
Adressez-vous directement aux

Ets SARDA
les réputés
fabricants
installés
depuis
1893.

SARDA
BESANÇON
FABRIQUE D'HORLOGERIE DE PRECISION



OSCILLOGRAPHES CATHODIQUES
et tous appareils de mesure

Ets RADIOPHON

46, rue Lafayette, 46, PARIS-9^e

PROVENCE 52-04

Salon de T. S. F., Musée Citroën, Stand 67.

SOURDS

Seule, la marque AUDIOS

grâce à ses ingénieurs spécialisés
poursuit sa marche en avant et
reste en tête du progrès

Sa nouvelle création

LE CONDUCTOS

est une petite merveille de la technique moderne

Demandez le tableau-diagnostic du Docteur RAJAU à
DESGRAIS, 140, rue du Temple, Paris-3^e

CONSERVATION parfaite des ŒUFS

PAR LES

COMBINÉS BARRAL

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

**5 COMBINÉS BARRAL
pour conserver 500 œufs**

11 francs



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

PROSPECTUS GRATIS SUR DEMANDE

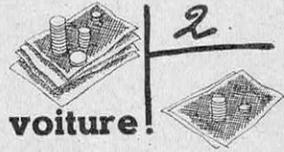
LES ÉTABLISSEMENTS GAILLARD

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

APPAREILS TOUTES ONDES, DE 5 A 11 LAMPES

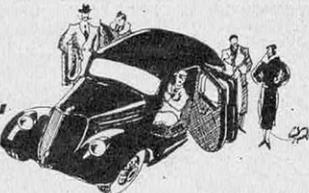
de technique ultra-moderne, en avance d'un
an sur tout ce qui se fait actuellement.

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

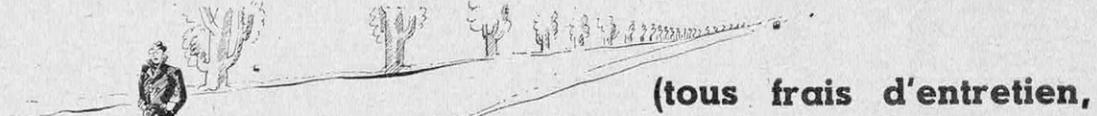


Dépensez deux fois moins avec une vraie voiture!

LA CELTASTANDARD

5 places,  la voiture la plus économique

du monde, coûte 2 FOIS MOINS par passager-kilomètre



(tous frais d'entretien,

consommation, assurance et amortissement compris) que

les petites voitures  à 2 places,  car elle

permet d'emmener  5 PERSONNES confortablement installées à 100 à l'heure. Créez de la joie

autour de vous!  Emmenez votre famille et vos amis

dans la CELTASTANDARD, la voiture des temps modernes.

RENAULT

L'AUTOMOBILE DE FRANCE

**TOUS DISPOSITIFS ET INSTALLATIONS ANTIPARASITES
DISPOSITIFS FILTRANTENNE**

PIVAL, S. A.

Fournisseur des appareils de mesure utilisés par
l'Administration des P. T. T. - Construction française

Notice 23 sur de-
mande. — Tél. :
BOTzaris 12-17

26-28, rue Ar-
thur-Rozier,
PARIS (XIX^e)

T. S. F.

RÉALT RAPPELLE SES NOUVEAUX
MONTAGES 1936

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

LE T.O.-66 110 kc
6 l. toutes ondes, 19 à 2.000 m.
78 - 6 A 7 - 78 - 6 B 7 42 - 80
Grand cadran verre 10 × 24 %, anti-fading.
Contrôle de tonalité et sensibilité
Le T.O.-466 - d° - en 465 kc à fer.

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

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

13 AUTRES MONTAGES : Le R. T. 5 excellent petit 5 lampes de prix réduit.
Le S. 5 H bis 5 lampes, très musical. Le P. S. 9 7 lampes push-pull de grand luxe, etc., etc.

NOS RÉFÉRENCES : Fournisseur de l'Armée — des P. T. T. — de la C. P. D. E.
PLUS de 200.000 postes en service ont été construits avec le matériel RÉALT

Utilisez les **DYNAMIQUES**
BOBINAGES et TRANSFORMATEURS

RÉALT

AMPLIS
3, 8, 15 et 20 WATTS

DEMANDEZ NOTICES DÉTAILLÉES de TOUS LES MONTAGES RÉALT — DOCUMENTATION REMARQUABLE

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

RÉALT fabrique entièrement ses pièces détachées

Coffres-forts

FICHET

SIÈGE
SOCIAL

26, rue Guyot - PARIS (17^e)

MAGASINS
DE VENTE

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

Quelle que soit votre fabrication
économisez **TEMPS** et **ARGENT**
en supprimant vos étiquettes.

LA
POLYCHROME
DUBUIT



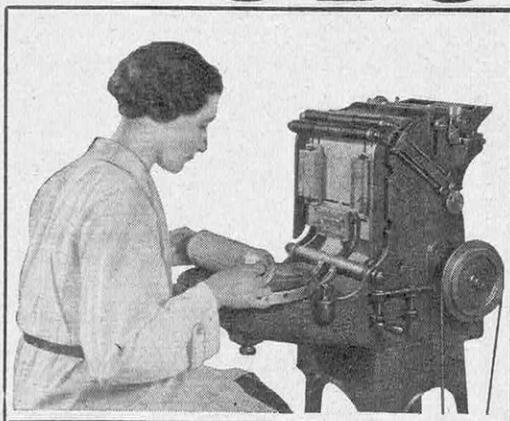
NOMBREUSES RÉFÉRENCES DANS
TOUTES LES BRANCHES DE L'INDUSTRIE

imprime en une, deux ou trois
couleurs sur tous objets.

PRÉSENTATION MODERNE
4 fois moins chère que l'étiquette

(VOIR ARTICLE DANS LE N° 227, PAGE 429)

MACHINES DUBUIT PARIS
62 bis, rue Saint-Blaise Roq. : 19-31
FOIRE DE PARIS : TERRASSE 6, HALL 76, STAND 7.618



Sans Savoir
Vous Pouvez DESSINER

rapidement et exactement, sans études préalables,
d'après nature et d'après documents, à n'importe
quelle grandeur, grâce au

DESSINEUR : 110 fr.

(l'appareil de vulgarisation)

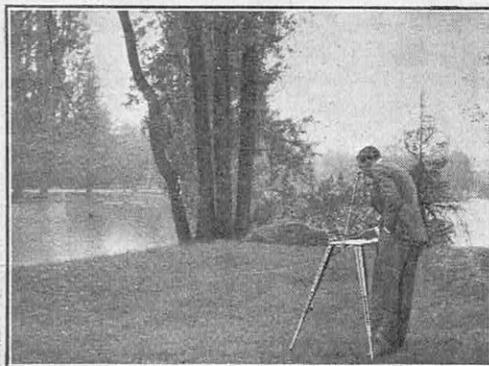
ou à la

CHAMBRE CLAIRE UNIVERSELLE

(l'appareil de précision)

190 fr. ou 280 fr.

Donne dessins agrandis, copiés ou réduits de
portraits, paysages, objets, documents, etc.



EX : PAYSAGE D'APRÈS NATURE

PENDANT
VOS
VACANCES



EX : AGRANDISSEMENT D'UNE PHOTO

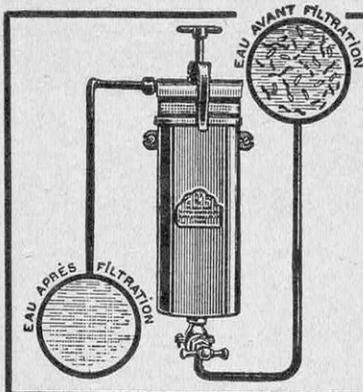
Nombreuses
références
officielles
et privées

•
Envoi
gratuit du
Catalogue
N° 12
•

P. BERVILLE INSTRUMENTS et FOURNITURES
POUR LE DESSIN

18 Rue La Fayette — PARIS-9°

CHÈQUE POSTAL 1271-92 - MÉTRO : CHAUSSÉE D'ANTIN



LE FILTRE CHAMBERLAND SYSTÈME PASTEUR

sans emploi d'agents chimiques

donne l'eau vivante et pure avec tous ses sels digestifs et nutritifs.

FILTRES A PRESSION FILTRES DE VOYAGE
ET SANS PRESSION ET COLONIAL

BOUGIES DE DIVERSES POROSITÉS POUR LABORATOIRES

80 bis, rue Dutot, PARIS - Tél. : Vaugirard 26-53

6 DOUBLES

avec le stylo
Pointeplum'
MARQUE
STYLOMINE

Pointes
inusables
OSMIRIDIUM



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

MODÈLE PP. 17.
PROPAGANDE 17F.

4 FOIS PLUS
D'ENCRE **303** PP. **40F.**
EN VENTE PARTOUT

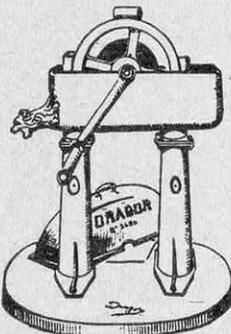
LECTEURS de

LA SCIENCE ET LA VIE

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

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

LE SERVICE COMMERCIAL.



DRAGOR

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

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

Voir l'article, n° 83, page 446.

CONNAISSEZ-VOUS

ASSIMIL, "la méthode facile" ?

RIEN DE TEL POUR APPRENDRE
RAPIDEMENT ET A PEU DE FRAIS



Pour 1 fr. 25 en timbres, sans engagement, vous recevrez franco 7 leçons d'essai d'une de ces langues, avec documentation.

ASSIMIL (Sc)

4, rue Lefebvre, Paris-15°

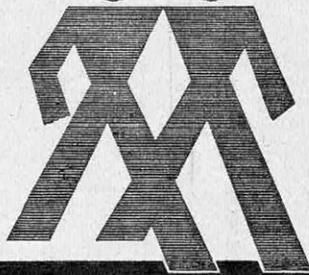
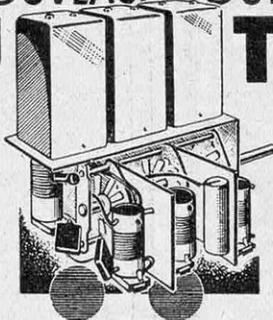
LES ÉTABLISSEMENTS SCHNEIDER FRÈRES PRÉSENTENT LEURS NOUVEAUX POSTES ÉQUIPÉS AVEC LE **CERVEAU TECHNIQUE**

Un ensemble comprenant tous les bobinages de l'appareil, ses bobines ondes courtes d'une nouvelle conception, inverseur spécial à grains d'argent, tous les paddings et trimmers, donc tous les organes importants pour la marche de l'appareil.

Une mise au point, de longs mois et des réalisations brevetées de notre laboratoire.

Une fabrication et accord par des techniciens spécialisés.

Voilà le "CERVEAU TECHNIQUE" de nos appareils.



Une gamme complète de quatre modèles merveilleux :

SUPER, 4 lampes T. O.
SUPER, 5 lampes T. O.
SUPER, 6 lampes T. O.
SUPER, 8 lampes T. O.

Tous nos appareils équipés avec dynamique, haute fidélité 25 cm. Cadran à réglage gyroscopique et signalisation lumineuse des stations LAMPES TRANSCONTINENTALES, nouvelle série, E.

Une technique sûre
Une présentation inédite
Des prix et des remises, hors concurrence.

CONDITIONS et NOTICE S.V.
sur demande

PUBL. RAPHY

Ets. SCHNEIDER F^{res} - 5, rue Jean Daudin - Paris 15^e - Ségur 83-77

13^e SALON INTERNATIONAL DE LA T. S. F. (MUSÉE CITROEN) STAND 99

AUX INVENTEURS

" La Science et la Vie "

CRÉE

UN SERVICE SPÉCIAL DES NOUVELLES INVENTIONS

Dépôt des Brevets, Marques de Fabrique, Poursuite des Contrefacteurs

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

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

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

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

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

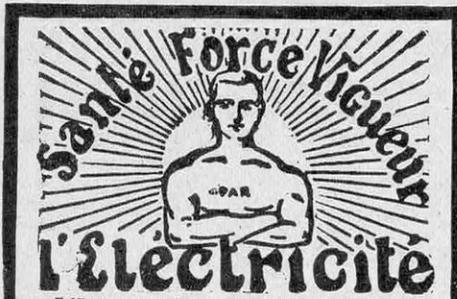
Si donc vous avez imaginé un perfectionnement utile, trouvé un nouvel appareil, un produit original ou un procédé de fabrication, n'hésitez pas à vous en assurer immédiatement la propriété par un dépôt de brevet. Tout retard peut être préjudiciable à vos intérêts.

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

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

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

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



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

1re Partie : SYSTÈME NERVEUX.

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

2me Partie : ORGANES SEXUELS ET APPAREIL URINAIRE.

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

3me Partie : MALADIES de la FEMME

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

4me Partie : VOIES DIGESTIVES

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

5me Partie : SYSTÈME MUSCULAIRE ET LOCOMOTEUR

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

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

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

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

C'EST GRATUIT

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

ÉCOLE DES MÉCANICIENS DE LA MARINE et de l'AIR

19, rue Viète - PARIS
MÊME ÉCOLE
VILLEFRANCHE - sur - MER
(Alpes-Maritimes)
Palais de la Marine Nationale

MARINE DE GUERRE :

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

MARINE MARCHANDE :

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

AIR :

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

PROGRAMMES GRATUITS

**COURS SUR PLACE
COURS PAR CORRESPONDANCE**

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

"SCIENTIA"

Revue internationale de synthèse scientifique
Paraissant mensuellement (en fascicules de 100 à 120 pages chacun)

Directeurs : F. BOTTAZZI, G. BRUNI, F. ENRIQUES
Secrétaire général : PAOLO BONETTI

EST L'UNIQUE REVUE

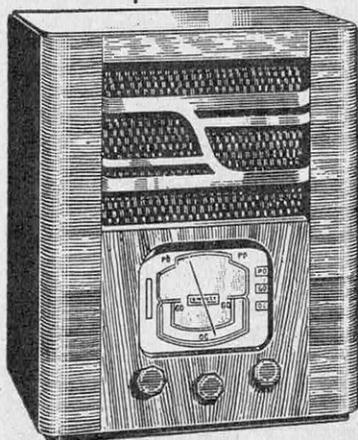
à collaboration vraiment internationale; à diffusion vraiment mondiale; de synthèse et d'unification du savoir, traitant les questions fondamentales de toutes les sciences : mathématiques, astronomie, géologie, physique, chimie, biologie, psychologie, ethnologie, linguistique; d'histoire des sciences,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

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

ABONNEMENT : Fr. 200. »

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

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



"C'est au pied du mur qu'on voit le maçon"

C'est à l'essai comparatif simultané que l'on reconnaît le meilleur poste de T.S.F. - Ici, plus d'affirmations dithyrambiques, l'audition seule compte. Celle-ci ne trompe personne. Elle vous permet de juger sans erreur possible.

Demandez à l'un de nos 670 agents, une démonstration comparative simultanée à domicile avec les postes de n'importe quelle marque.

CATALOGUE FRANCO

Récepteur G 405 - Superhétérodyne 5 lampes - Toutes ondes - Antifading - Réglage visuel - Par ses qualités et son prix peut être considéré comme le roi de sa catégorie.

Prix Frs : **1.250**

Autres modèles à 6, 7 et 13 lampes

SALON DE LA T. S. F. du 20 Mai au 2 Juin
Hall Citroën - Métro Rome - Stand N° 139

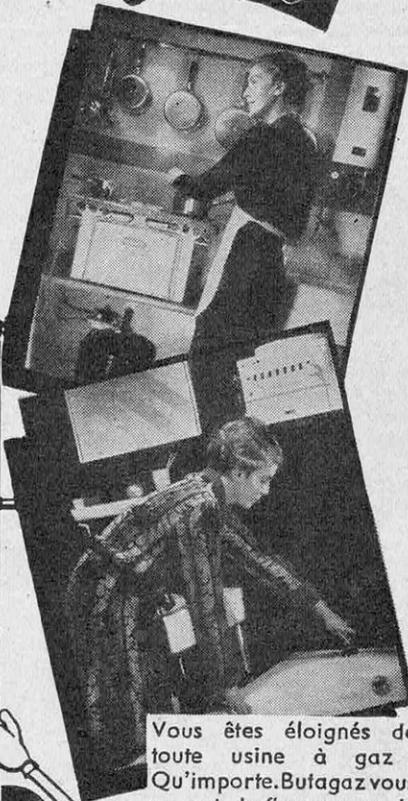
LEMOUZY.

LA MARQUE FRANÇAISE DE QUALITÉ LA SEULE SPÉCIALISÉE DEPUIS 21 ANS UNIQUEMENT EN T.S.F.

63, R. de Charenton, PARIS (Bastille)

Publ. GIORGI

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



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

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



BUTAGAZ
LE PREMIER BUTANE FRANÇAIS

ÉVITEZ LES ÉPIDÉMIES

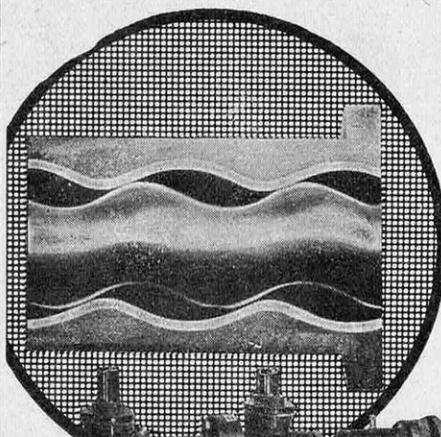
◀ **FILTRE** ▶MAISONS D'ARTICLES DE MÉNAGE
et 155, faubourg Poissonnière, Paris**MALLIÉ****S. G. A. S.**ing.-constr. br. s. g. d. g.
44, r. du Louvre, PARIS

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

NOTICE FRANCO

INVENTEURSPOUR VOS **BREVETS** WINTHER-HANSEN
L. DENES Ing. Cons.
35, Rue de la Lune, PARIS 2^e

DEMANDEZ LA BROCHURE GRATUITE "S".



Un Succès

UNE POMPE EN CAOUTCHOUC

Pompes P. C. M. LICENCE R. MOINEAU

SES AVANTAGES :

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

*tous débris
toutes pressions*

Soc. POMPES, COMPRESSEURS, MÉCANIQUE

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

FOIRE DE PARIS : Terrasse B - Stand 1.813

CHEMINS DE FER DU NORD

RELATIONS RAPIDES**L'ANGLETERRE**Service de jour, par Boulogne
ou Calais, 1 heure de traversée.
Service de nuit, par Dunkerque.

← vers →

LA HOLLANDEDe Paris à Amsterdam, Train de
luxe "Étoile du Nord" et 3 ser-
vices journaliers dans chaque sens.**LA BELGIQUE**

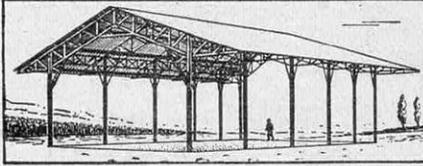
Paris - Bruxelles en trois heures.

L'ALLEMAGNE - LES PAYS SCANDINAVES - LES PAYS BALTESTrain de luxe "Nord-Express", ser-
vices journaliers dans chaque sens.

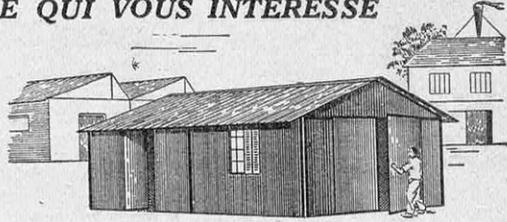
POUR TOUTS RENSEIGNEMENTS S'ADRESSER : GARE DE PARIS-NORD (TÉL. : TRUDAINE 70-00)

Quelques-unes de nos Constructions métalliques

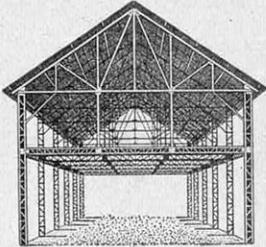
DEMANDEZ LA NOTICE QUI VOUS INTÉRESSE



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



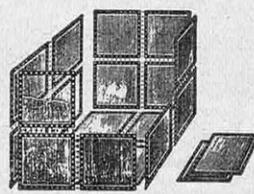
GARAGES MÉTALLIQUES pour voitures et avions de tourisme. (Notice 192)



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



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



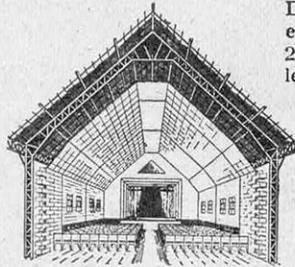
RÉSERVOIRS MÉTALLIQUES DÉMONTABLES pour eau et gaz oil 1.000 à 27.000 l. Plus de 460 modèles différents. (Notice 187)



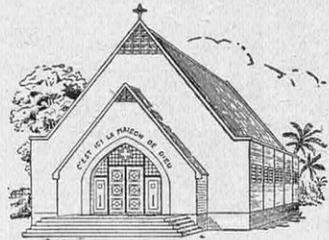
MOULINS A VENT et toutes INSTALLATIONS HYDRAULIQUES. (Not. 198)

Nous invitons nos lecteurs à nous écrire pour la notice qui les intéresse.

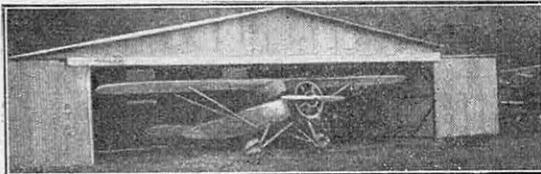
Rendez-vous : En atelier, depuis le lundi à 14 heures jusqu'au samedi à midi. — En voyage, depuis le samedi à 14 heures jusqu'au lundi à midi.



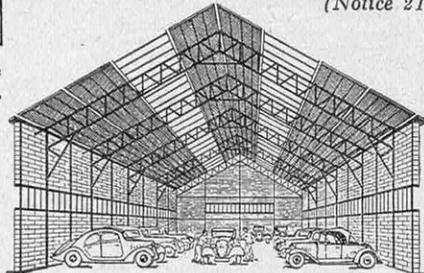
SALLE DE PATRONAGE ET CINÉMA. — Pente de 75 % au mètre, avec plafond voûté également. (Not. 208).



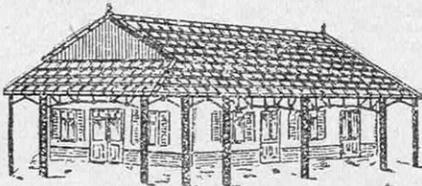
ÉGLISES et TEMPLES COLONIAUX avec toiture à pente de 80 cent. au mètre. (Notice 214).



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



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



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

Etablissements JOHN REID, Ingénieurs-Constructeurs

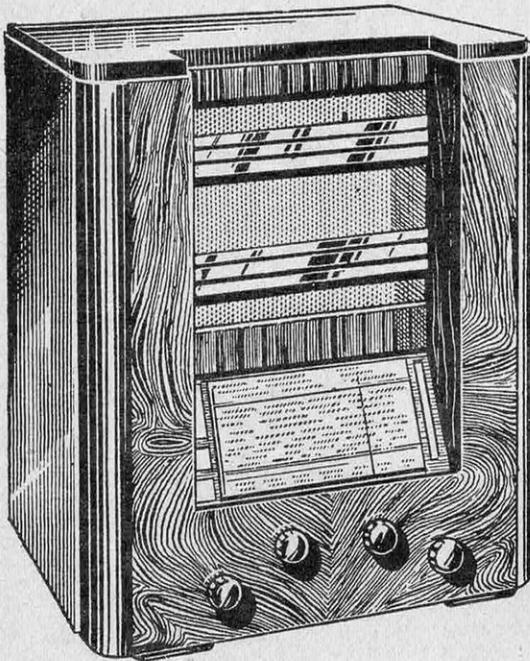
6 bis, rue de Couronne, PETIT-QUEVILLY-LEZ-ROUEN (Seine-Inf.) — Tél. : 960.35 Petit-QUEVILLY

UN MONTAGE SENSATIONNEL

LE P.B. 5

PUSH PULL-CATHODYNE

(DÉCRIT DANS CETTE REVUE, N° 226, PAGE 344)



VÉRITABLEMENT
TOUTES ONDES :
11 A 2.000 MÈTRES

9 LAMPES
+ **1 VALVE**
à sélectivité variable

Le plus silencieux !

Le plus musical !

Ce montage comporte un total
de perfectionnements
inédits de la plus haute valeur

Vous n'en trouverez pas
d'équivalent dans le commerce
à un prix aussi bas

L'ensemble absolument complet de toutes pièces, y compris les
lampes **PHILIPS**, est ramené au prix exceptionnel de... .. net **1.050 fr.**

Chassis monté avec lampes. net **1.200 fr.**

Récepteur complet, monté en ébénisterie de luxe avec dyna-
mique **BRUNET** grand modèle 534.. net **1.560 fr.**

BON A DÉCOUPER

Monsieur le Directeur,

Veuillez nous adresser toute documentation :

1° sur le montage **P.B. 5** push pull-cathodyne,
9 lampes + 1 valve ;

2° sur vos différents appareils (1).

NOM :

ADRESSE :

(1) Rayer la mention inutile.

Demandez devis détaillé et renseignements à :

RADIO-SOURCE

82, Avenue Parmentier
PARIS-XI^e

CHÈQUES POSTAUX : PARIS 664-49

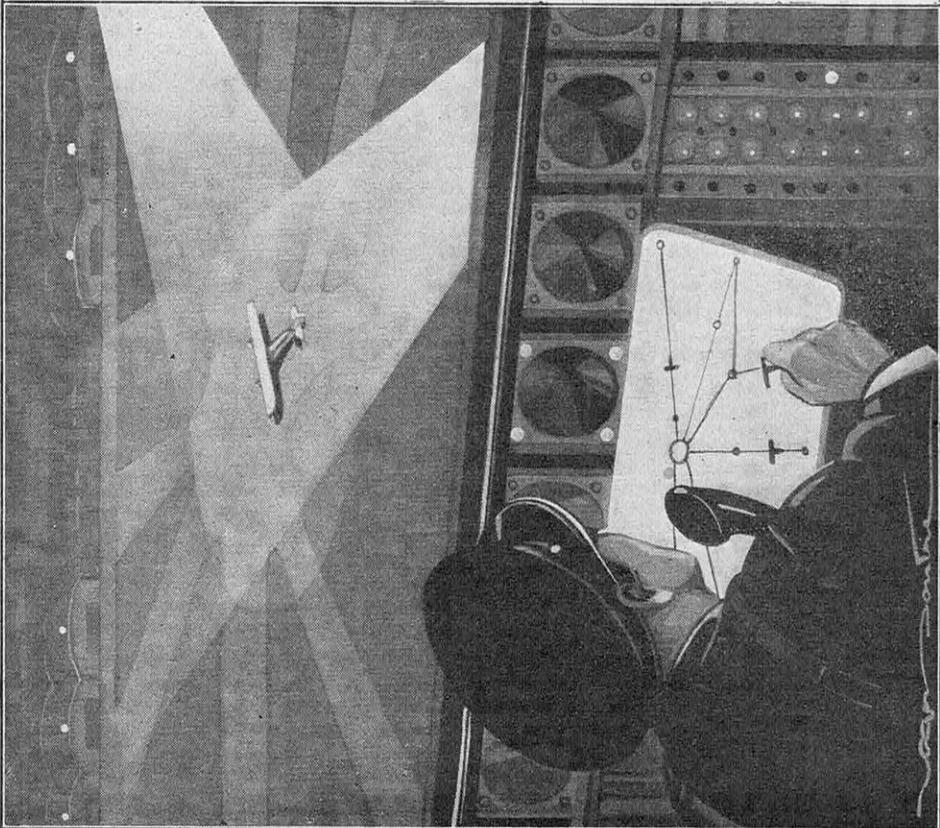
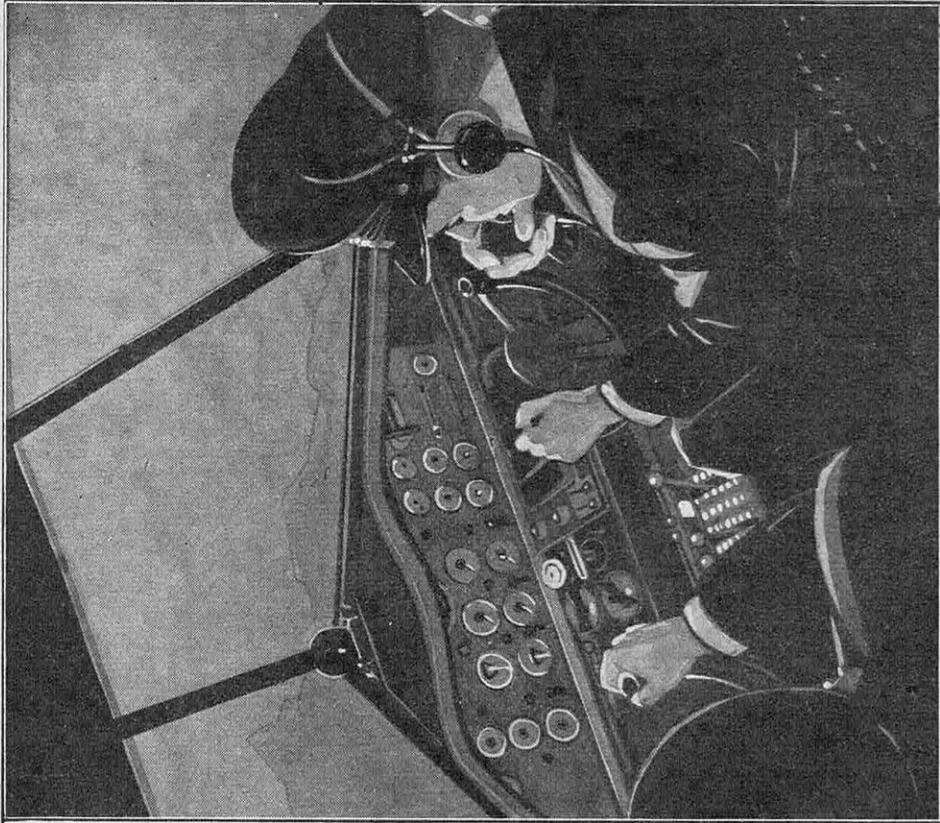
Téléphone : ROQUETTE 62-80 et 62-81

Télegr. : SOURCELEC 119

JUIN 1936

Le désordre européen étouffe l'aviation marchande : l'organisation américaine suscite son essor	A. Verdurand	435
<i>La dispersion des efforts en Europe s'oppose nettement à l'exploitation rationnelle américaine qui, grâce à des avions rapides, parfaitement équipés, grâce à l'entraînement des pilotes et à des procédés de guidage perfectionnés, aboutit à une régularité comparable à celle des autres moyens de transport et à des prix trois fois moins élevés que ceux pratiqués sur le vieux continent.</i>	Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.	
Pourquoi l'éclipse de soleil du 19 juin intéresse les astronomes	L. Houlevigue	444
<i>Phénomènes assez rares et toujours brefs, les éclipses de soleil sont attendues par les savants qui étudient la constitution de l'univers et cherchent à vérifier les grandes théories modernes comme celle d'Einstein. L'éclipse du 19 juin se présente dans d'excellentes conditions pour l'observation.</i>	Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.	
Il y a un « temps » pour les biologistes, comme il y a un « temps » pour les physiciens	Jean Labadié	450
<i>Les conceptions relatives à l'étalon de temps n'ont cessé d'évoluer. Au temps solaire a été substitué le temps sidéral, puis le temps mécanique (pendule) et enfin le temps électromagnétique d'Einstein. Voici maintenant le temps biologique, basé sur la mesure de la vitesse de cicatrization des plaies et analogue au « temps » de la radioactivité.</i>		
C'est aux progrès de la mécanique que nous devons le matériel de précision moderne de la défense active antiaérienne	Paul Vauthier	459
<i>Jumelage des mitrailleuses, élargissement du champ de tir des canons, accroissement de la vitesse de pointage et de la cadence du tir ont considérablement modifié l'outillage du combat en augmentant notablement son efficacité contre les attaques aériennes.</i>	Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.	
Comment on fabrique une lampe moderne de radiophonie	L.-D. Foureault	469
<i>L'adaptation rationnelle des lampes, dites de T. S. F., à des fonctions bien définies, l'emploi de cathodes émettrices du flux d'électrons éliminant les bruits parasites, la diminution de l'encombrement et l'accroissement de la durée ont permis d'établir le radiorécepteur moderne sensible, puissant, fidèle.</i>		
La nouvelle lampe de radio « tout métal » est-elle un progrès ? ..	Pierre Delaunay	475
<i>Le remplacement de l'ampoule de verre par un tube métallique autorise une nouvelle réduction des dimensions de la lampe, évite l'emploi de blindages, donne au récepteur le maximum de résistance (solidité) avec le minimum d'encombrement.</i>		
Le cinéma moderne exige des salles scientifiquement équipées ..	Pierre Keszler	480
<i>Le film parlant et sonore a posé aux techniciens du cinéma et aux architectes spécialistes une série de problèmes fort délicats aussi bien pour la transmission du son que pour l'acoustique des salles. Voici les solutions actuellement adoptées en Amérique et en Europe.</i>		
Un nouveau type de navire de guerre : le « contre-avions » ..	H. Pelle des Forges	491
<i>Pourquoi la marine anglaise vient-elle de transformer deux croiseurs en les dotant d'une artillerie spéciale antiaérienne ?</i>	Capitaine de frégate (R.).	
Notre poste d'écoute	S. et V.	492
La « Queen Mary » et la « Normandie » luttent de vitesse pour la conquête du ruban bleu	François Courtin	499
<i>De dimensions à peu près semblables, munis d'appareils moteurs de puissance comparable, les deux plus grands paquebots du monde diffèrent essentiellement par la forme de la coque et le mode de transmission de l'énergie aux hélices propulsives. Les solutions adoptées sur la Queen Mary sont classiques en architecture navale, celles de la Normandie sont plus hardies. Lorsque l'expérience aura permis aux ingénieurs de comparer les résultats au cours des prochains voyages, la Science et la Vie dira — impartialement — ce qu'il faut en penser...</i>		
A travers notre courrier	S. et V.	507
Conseils aux sans-filistes	Géo Mousseron	512
Les « A coté » de la science	V. Rubor	515
Chez les éditeurs	S. et V.	517

On sait que les salles modernes de cinéma atteignent, aux Etats-Unis, des dimensions considérables : le « Radio City Music Hall », du Centre Rockefeller, à New York, contient, en effet, 6 700 places. Voici, sur la couverture de ce numéro, l'intérieur de cette magnifique construction, la plus « colossale » du monde. Pour réaliser une bonne acoustique, problème particulièrement difficile à résoudre, on y a réalisé la forme dite en anse de panier et adopté le système des ondulations pour la voûte. (Voir l'article, page 480 de ce numéro.)



EN AMÉRIQUE, LE « DISPATCHER » D'AÉROPORT ASSURE LA SÉCURITÉ DU VOL ET DE L'ATERRISSAGE DANS LA NUIT ET LA BRUME. A gauche, le « dispatcher » d'aéroport qui vient d'« atterrir » un avion sur une piste de l'aérogare, transmet par radio ses indications au chef pilote d'un second appareil, dont il marque la position sur la carte. Au poste de pilotage à droite, le chef pilote, dont la réponse parvient par haut-parleur au « dispatcher », note les passages successifs des radiophones de balisage et règle l'altitude d'après le dernier bulletin météorologique, tandis que le second pilote règle les groupes motopropulseurs, les stabilisateurs automatiques et les dégivresseurs d'ailes.

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, Juin 1936 • R. C. Seine 116.544

Tome XLIX

Juin 1936

Numéro 228

LE DÉSORDRE EUROPÉEN ÉTOUFFE L'AVIATION MARCHANDE : L'ORGANISATION AMÉRICAINE SUSCITE SON ESSOR

Par A. VERDURAND

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

Les prix de revient des transports aériens aux Etats-Unis et en Europe, tels qu'ils résultent des comptes d'exploitation établis annuellement, présentent des écarts considérables : la dépense totale par kilomètre parcouru, y compris les charges incombant aux Etats pour l'amortissement de l'infrastructure et les services de sécurité, passe (en 1933) de 8 f 60 pour le réseau américain à 22 f 80, soit près du triple, pour le continent européen. D'où vient cette différence ? Notre collaborateur, spécialiste averti des questions d'aéronautique, montre ici que la cause doit en être recherchée dans l'organisation et les méthodes d'exploitation des transports aériens sur les deux continents. Le particularisme forcené des nations européennes a eu pour conséquence la constitution de vingt-quatre compagnies aériennes, de nationalités différentes, exploitant au moyen d'une centaine de types différents d'avions, un total de 208 lignes concentrées sur un territoire grand comme le quart des Etats-Unis ! En Amérique, au contraire, dix-neuf compagnies exploitent 35 lignes seulement, mais à l'aide d'avions rapides munis d'équipements très perfectionnés pour le guidage automatique (1) et le vol sans visibilité. L'exploitation de ces lignes se rapproche ainsi de plus en plus, pour sa régularité — de jour et de nuit — de celle d'une ligne de chemin de fer. Aussi les transports aériens sont-ils entrés parfaitement aujourd'hui dans les mœurs américaines, et le nombre de kilomètres parcourus annuellement dépasse-t-il aux Etats-Unis le triple de la distance couverte par la locomotion aérienne en Europe.

L'AVIATION américaine est née sur un continent plus vaste que l'Europe, tout entier soumis à l'autorité d'un même gouvernement. Elle s'est développée dans un milieu dont chaque individu a pour idéal de collaborer avec ses compatriotes en vue de la prospérité nationale, acceptant pour cela les disciplines imposées par un pouvoir central et par des oligarchies industrielles et financières préoccupées d'assurer avant tout la prospérité matérielle du pays.

L'aviation européenne, au contraire, est

née sur un continent divisé en vingt et un Etats, dont chacun s'efforce de vivre replié sur lui-même dans un esprit de méfiance hostile à l'égard de ses voisins, méfiance mal dissimulée par une bruyante adhésion aux principes de collaboration de la Société des Nations. D'où la prétention, qui s'étend du plus grand au plus petit, de fabriquer chacun ses avions, ses moteurs, ses instruments de navigation, tous inspirés des conceptions nationales ; prétention qui se double d'ailleurs de l'ambition d'imposer à l'Europe autant de réseaux aériens qu'elle compte

1) Voir *La Science et la Vie*, n° 218, page 124.

d'États, chacun de ces réseaux étant exploité suivant la méthode originale imaginée par le pays qui le fait vivre aux frais de la communauté.

Ce particularisme forcené des peuples comme des individus a eu pour effet de doter l'Europe de vingt-quatre compagnies aériennes, de nationalités différentes, exploitant au moyen d'une centaine de types d'avions vingt-quatre réseaux aériens superposés de telle façon que leur ensemble constitue un total de deux cent huit lignes aériennes de 100 à 2 700 km de longueur, concentrées sur un territoire grand comme le quart des États-Unis; ceux-ci se contentent de trente-cinq lignes de 300 à 4 200 km de longueur, exploitées par dix-neuf compagnies qui n'ont en commun que trois lignes sur lesquelles, d'ailleurs, la clientèle est si abondante qu'elle justifie amplement cette concurrence. Ajoutons que les avions américains parcourent annuellement, sur le seul réseau intérieur, 80 millions de km contre 30 millions pour les avions du réseau européen (1).

Il est évident qu'une telle différence dans l'organisation doit entraîner des écarts considérables dans les prix de revient. Leur comparaison est facilitée par le fait que les comptes d'exploitation établis annuellement par les compagnies américaines sont d'un type standard imposé par le bureau de l'« Air Commerce ». Bien entendu, nous n'entrerons pas dans l'analyse détaillée de leurs cinquante-huit postes. Nous allons cependant les passer rapidement en revue.

Le tableau ci-dessus indique comment

(1) Ces chiffres sont ceux de l'année 1933, dont les comptes ont servi de base à cette étude. Ceux des années 1934 et 1935 sont plus élevés, mais les résultats de la comparaison ne s'en trouvent pas modifiés.

s'établissent les prix de revient au kilomètre parcouru en Europe et en Amérique. Spécifions qu'il ne s'agit là que des lignes continentales et qu'il n'est pas tenu compte des lignes transatlantiques, ni de celles d'Extrême-Orient, ni de la liaison Amérique du Nord-Amérique du Sud.

Notons également qu'à ces dépenses, qui incombent aux compagnies, il faut ajouter

celles qui sont généralement assumées par les États et qui comprennent l'amortissement et l'entretien de l'infrastructure des réseaux, ainsi que les frais de fonctionnement des services de sécurité : phares de balisage, de guidage et d'atterrissage, communications radiotélégraphiques et service météorologique.

Comment est organisé le réseau aérien en Amérique

On voit, dès la première ligne du tableau ci-contre, que les frais d'équipages qui, sur le réseau européen, sont de l'ordre de 1 f 85 par km, tombent aux États-Unis à 0 f 70 en moyenne.

Déjà, pour s'expliquer cette différence, il faut se rappeler comment a été constitué le réseau américain. Les Américains confièrent d'abord au ministère

des Postes la tâche de créer une ligne d'expérience exclusivement postale, allant de New York à San-Francisco, par Chicago. Les avions de reconnaissance qui se trouvaient alors en abondance dans les stocks de guerre fournirent pour cela un matériel gratuit, facilement adaptable à ce genre de service.

A l'époque où ils débutèrent dans le transport des passagers, les États-Unis paraissaient avoir un retard considérable sur l'Europe où pullulaient déjà les lignes aériennes pour passagers. En réalité, leur esprit de méthode et de discipline allait

	Europe	Amérique
Frais de vol :		
Equipages	1.85	0.70
Combustibles	1.85	0.74
Revision du matériel volant	2.25	0.38
Entretien	1.15	0.30
Assurances matériel ..	0.60	0.28
TOTAL	7.70	2.40
Amortissements :		
Cellules et équipements	1.90	0.78
Moteurs	1.90	0.20
Autres immobilisations	0.20	0.10
TOTAL	4. »	1.08
Escales :		
Personnel	1.60	0.55
Frais divers	2.20	0.40
TOTAL	3.80	0.95
Service commercial ...	1. »	0.45
Frais généraux	1.30	0.21
TOTAL à la charge des Compagnies	17.80	5.09
Dépenses à la charge des États : infrastructure (amortissement), services de sécurité	5. »	3.50
TOTAL GÉNÉRAL	22.80	8.59

TABLEAU I. — LES DÉPENSES COMPARÉES PAR KILOMÈTRE PARCOURU AUX ÉTATS-UNIS ET EN EUROPE (POUR L'ANNÉE 1933)

leur assurer très rapidement une avance considérable sur les lignes européennes.

Il importe de faire justice, à cette occasion, d'un préjugé tenace né en France de ce que l'Amérique y est considérée, depuis le voyage de la famille Fenouillard, comme la terre classique de la liberté. Or, la connaissance la plus sommaire des circonstances du développement de l'aéronautique américaine

montre clairement que non seulement les initiatives individuelles ont dû se soumettre à une stricte coordination imposée par l'Etat et les oligarchies industrielles, — et d'ailleurs acceptée par tous, — mais qu'en outre les compagnies de navigation aérienne y sont soumises à des règlements extrêmement détaillés et sanctionnés par un contrôle très sérieux de la part des autorités responsables. Seulement, ces règlements résultent non pas d'une improvisation logique à la mode française, mais d'une expérimentation méthodique et prolongée sur une ligne ex-

périmentale; en sorte que, loin de paralyser les exploitants, ces règlements leur enseignent les règles pratiques de leur métier. Et voilà pourquoi ils n'ont pas empêché les compagnies américaines de réaliser des exploitations trois fois plus économiques que les exploitations européennes.

Les lignes aériennes américaines sont exploitées comme les lignes de chemin de fer

Si nous revenons, après cette vue d'ensemble, à la question des équipages, le contraste des deux mentalités s'affirme dans

ce fait que, jusqu'à ces derniers temps, les compagnies européennes comptaient principalement sur la valeur et l'esprit d'initiative très réels de leurs pilotes, de leurs radios et de leurs mécaniciens, pour parer aux imprévus des voyages aériens; tandis qu'au contraire les Américains asservissent de plus en plus étroitement leurs équipages aux équipements très perfectionnés de guidage automatique des avions qui balisent la plupart des routes aériennes et des aéroports des Etats-Unis. En deux mots, les compagnies européennes tendaient à assimiler les avions aux navires pratiquant la navigation au long cours, tandis que les Américains tendent à appliquer à leurs lignes aériennes les méthodes d'exploitation des réseaux de chemin de fer.

Leurs avions sont, en effet, astreints à suivre très exactement les rayons directeurs des radiophares de guidage échelonnés tous les 300 kilomètres, exactement comme les trains sont astreints à suivre les voies ferrées. Une réglementation toute récente pousse encore plus loin l'assimilation des lignes aériennes aux voies ferrées. Elle astreint les avions qui suivent les rayons directeurs des radiophares aux obligations suivantes :

1° Tous les avions doivent tenir constamment la droite du rayon directeur;

2° En outre, ils doivent s'étagier de 1 000 en 1 000 pieds (de 300 en 300 m environ), suivant qu'ils sont dans un sens ou dans l'autre;

3° Comme les trains de chemin de fer, ils sont soumis à l'autorité du « dispatcher » de la ligne avec lequel ils communiquent par radiophonie et qui leur fixe :

a) L'étage auquel il doivent naviguer, pour éviter que deux avions naviguant dans la nuit ou dans les nuages ne se suivent de trop près;

b) L'aéroport de secours sur lequel ils doivent s'aiguiller dans le cas où le « dis-

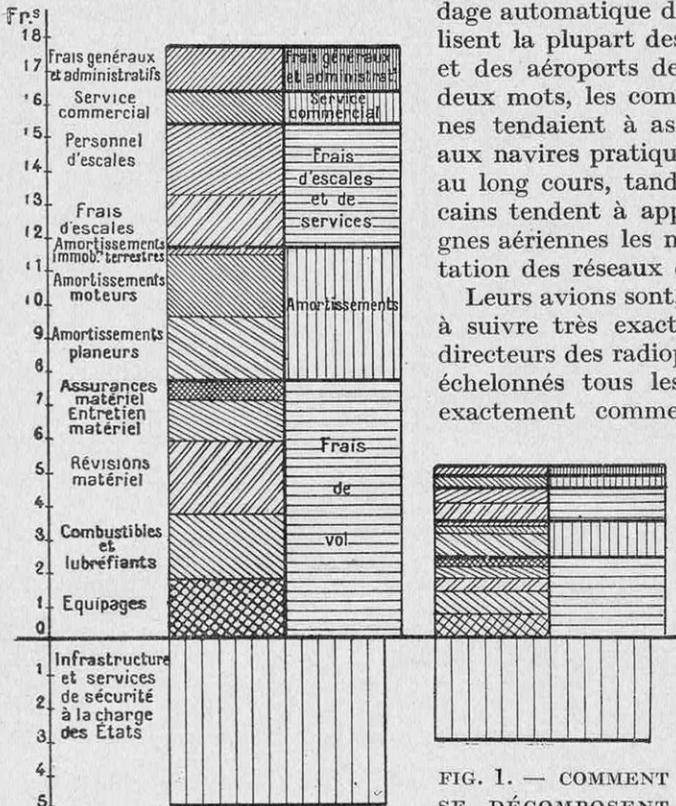


FIG. 1. — COMMENT SE DÉCOMPOSENT LES DÉPENSES PAR KILOMÈTRE PARCOURU POUR LE RÉSEAU AÉRIEN EUROPÉEN (A GAUCHE) ET POUR LE RÉSEAU INTÉRIEUR DES ÉTATS-UNIS (A DROITE)

Au-dessus de la ligne zéro ont été portées les dépenses qui sont à la charge des compagnies aériennes exploitantes et au-dessous celles qui sont à la charge des États.

patcher » estime que les conditions météorologiques de l'aéroport de destination y rendent l'atterrissage dangereux ;

c) Le moment où, la ligne d'atterrissage étant libre, ils doivent atterrir sur l'aéroport de destination.

En résumé, le « dispatcher » leur donne tous les ordres destinés à assurer leur propre sécurité et la sécurité des avions qui naviguent en même temps sur la même ligne.

Pour cela, le « dispatcher » est installé dans sa cabine, en face d'une carte de sa ligne sur laquelle il pointe les positions et les altitudes des avions soumis à son contrôle, de façon à les guider constamment dans leur voyage (fig. page 434).

Rappelons qu'en cas de temps bouché, cet atterrissage se fait par guidage au moyen de radiophares spéciaux dont les indications, répétées par les instruments récepteurs de l'avion, guident le pilote dans sa descente jusqu'au sol. On peut voir ainsi, sur les grands aéroports, le « dispatcher » faire atterrir simultanément trois avions et, ensuite, les guider sur la piste jusqu'à l'aérogare afin de leur éviter les collisions.

Notons, ici, que les avions américains, à la différence des avions européens, n'ont pas d'opérateur radio à bord. Ils utilisent, pour leurs communications avec le « dispatcher », uniquement la *radiophonie*. Cette économie importante est permise aux Etats-Unis par la faible densité des émissions. Au contraire, en Europe, la radiophonie serait trop souvent brouillée pour assurer de façon permanente la sécurité des avions de transport : d'où la nécessité d'un opérateur spécialisé sur chaque avion pour recevoir les messages transmis en alphabet morse.

La formation des pilotes et le vol sans visibilité

Signalons enfin que les Américains viennent d'inaugurer une méthode nouvelle pour la formation de leurs pilotes. A l'école

Boeing, qui forme les pilotes destinés aux « American », Airways on enseigne maintenant le pilotage sans que le pilote voie jamais le sol. Dès son premier vol, enfermé sous un capot et surveillé par le moniteur, il apprend à manœuvrer son avion uniquement d'après les indications des instruments placés devant lui. Un pilote dressé par cette méthode est capable, après trente heures d'apprentissage, de décoller, de suivre un itinéraire balisé par radiophares, et d'atterrir à l'aéroport de destination sans

avoir jamais vu le sol et en effectuant uniquement les manœuvres que lui prescrivent constamment les instruments de pilotage et de navigation placés devant ses yeux.

Bien mieux, M. Luis de Florez, pilote aviateur et membre du Comité de l'Institut des Sciences aéronautiques des Etats-Unis, vient d'établir des instruments acoustiques qui, remplaçant les instruments optiques, permettent à un pilote dont les yeux sont bandés, de conduire son avion uniquement d'après les sensations acoustiques perçues par l'intermédiaire de ces nouveaux instruments, qui traduisent sous forme sonore les moindres évolutions de l'avion.

L'avantage de ces

instruments acoustiques est de libérer le pilote de l'obligation de garder constamment les yeux fixés sur la planche des instruments lorsqu'il navigue dans les nuages ou dans la nuit.

Enfin, rappelons que tous les grands avions américains sont dotés de pilotes automatiques et de stabilisateurs de cap. En outre, des essais sont en bonne voie pour accoupler ces stabilisateurs de cap avec des radiocompas, qui, une fois accordés avec un poste de radiodiffusion, conduisent directement l'avion vers ce poste, sans que le pilote ait à intervenir autrement que pour surveiller le bon fonctionnement de ces appareils automatiques.

De cette organisation, il résulte que la

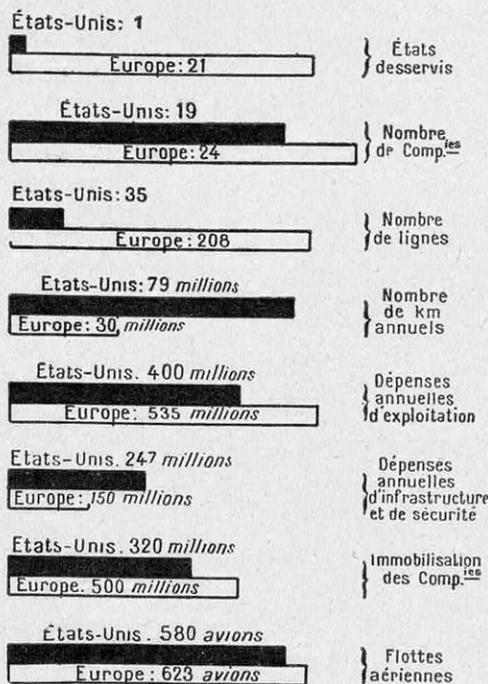


FIG. 2. — VOICI QUELQUES CHIFFRES COMPARÉS SE RAPPORTANT AUX RÉSEAUX AÉRIENS D'EUROPE ET DES ÉTATS-UNIS (EXERCICE 1933)

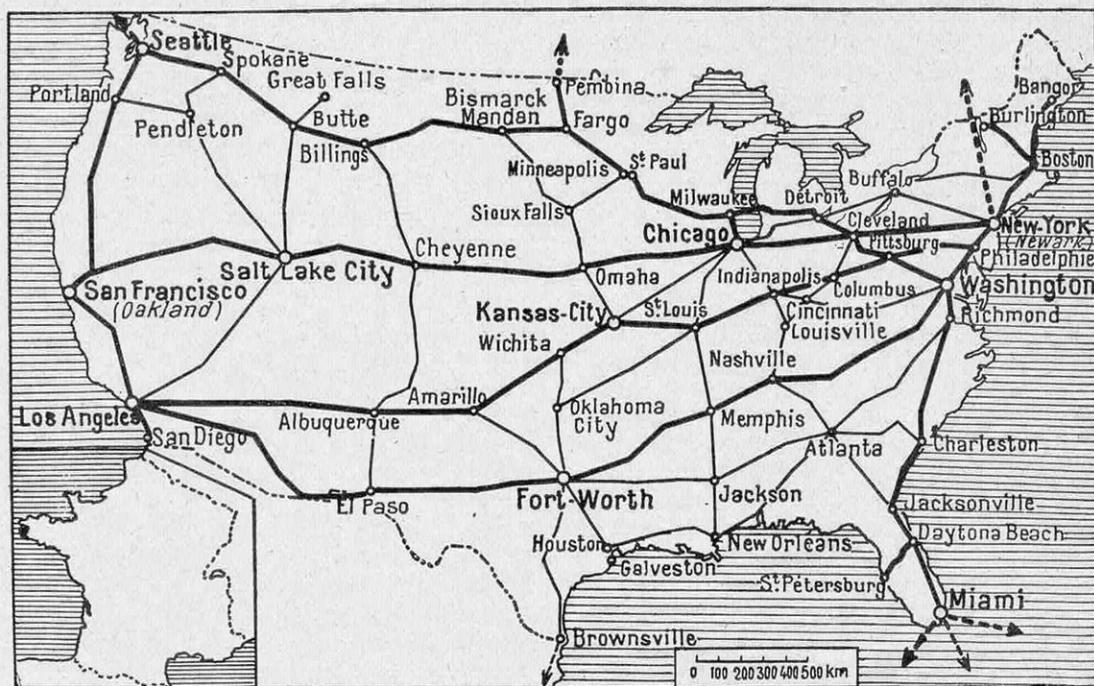


FIG. 3. — LES LIGNES AÉRIENNES DU RÉSEAU DES ÉTATS-UNIS

rémunération des pilotes américains est déterminée par les modalités suivantes :

Le premier pilote touche, en plus d'un traitement fixe qui croît avec son ancienneté, une prime de vol qui va de 60 francs par heure de vol, pour les avions faisant 200 à l'heure, à 72 francs pour ceux qui font du 300. Pour le vol de nuit, ces primes sont majorées de 50 %. A ce taux, un premier pilote gagne 70 000 à 100 000 francs par an, comme un pilote européen. Mais, tandis que celui-ci effectue 85 000 km par an en moyenne, le pilote américain en effectue 150 000.

Sur les grands avions et sur les avions effectuant des voya-

ges nocturnes, il y a un second pilote qui ne reçoit qu'un traitement de début fixe de 36 000 francs par an, porté à 42 000 francs après dix-huit mois.

Ces chiffres traduisent assez exactement l'importance relative attribuée au rôle du

pilote sur les lignes européennes et sur les lignes américaines.

Les dépenses de combustible et leur incidence sur le prix de revient

Il est de mode d'attribuer à la différence de prix des combustibles liquides entre l'Europe et les États-Unis la plus large part de la différence de prix de revient des trans-

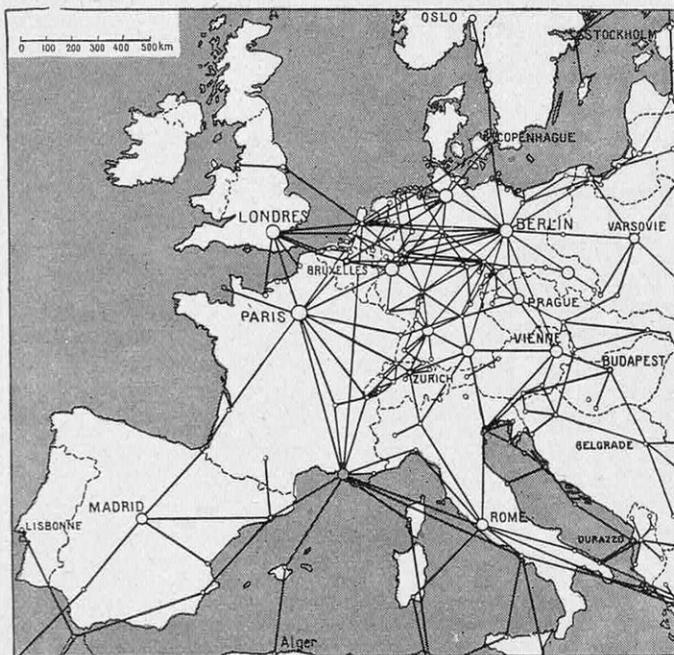


FIG. 4. - RÉSEAU DES LIGNES AÉRIENNES EUROPÉENNES A LA MÊME ÉCHELLE QUE CELUI DES LIGNES AMÉRICAINES

ports aériens dans ces deux régions.

En réalité, la dépense de combustible représente seulement 10 % des dépenses d'une compagnie aérienne ; d'autre part, ce poste n'influe pas autant qu'on pourrait le croire sur la différence existant entre les deux réseaux, pour cette raison que beaucoup d'Etats européens exonèrent l'essence d'avion des droits très lourds qui pèsent sur l'essence automobile.

D'autre part, les avions américains sont plus rapides que les avions européens, et comme cet excédent de vitesse est obtenu non par un accroissement de la puissance, mais par un affinement des avions (étude des capotages des moteurs, trains rentrants), ainsi que par une augmentation de rendement des hélices (pas variable en vol), il se traduit par une économie de combustible proportionnelle à la diminution de durée des voyages. Rappelons que les 4 200 km de New York à San-Francisco (distance équivalente à Paris-Bagdad) sont parcourus en 17 heures, arrêts compris.

Là encore, les compagnies européennes souffrent de cette dispersion des efforts qui a livré le réseau aérien à vingt et une compagnies de nationalités différentes, dont chacune est tenue de commander ses appareils aux constructeurs de sa nationalité. Ces commandes se limitant ainsi à une dizaine d'avions de chaque type, les constructeurs ne peuvent pas assumer les frais des études extrêmement coûteuses que nécessiterait la construction de prototypes parfaitement adaptés aux exigences de leur client. Au contraire, la concentration américaine, en assurant à des constructeurs comme Douglas, Boeing, Lockheed, des commandes de série qui dépassent cent unités, permet à leurs services techniques d'engager des frais d'étude et de mise au point très élevés ; ces frais, répartis sur de grandes séries, grèvent relativement peu le prix de chaque avion (1).

Enfin, l'esprit de collaboration qui caractérise l'industrie américaine a eu pour effet d'inciter les producteurs de carburants à réaliser des combustibles et des lubrifiants adaptés très exactement aux besoins de l'aviation, et qui ont réduit très sensiblement la dépense au cheval-heure.

Remarquons que tous ces efforts aboutissent, en même temps qu'à une économie de combustible, à une importante augmen-

(1) Les compagnies américaines viennent d'établir en commun un programme d'avions de transport et d'en faire l'objet d'un concours entre les principaux constructeurs américains. Ainsi sera encore augmentée l'importance des commandes de série passées d'après un même prototype.

tation des recettes, puisque le poids de combustible économisé est remplacé par un supplément de charge payante.

La révision et l'entretien du matériel volant coûtent quatre fois plus en Europe qu'en Amérique

Le tableau de la page 436 montre que les dépenses de révision des avions et des moteurs s'élèvent, en Europe, à 2 f 25 par km, alors qu'en Amérique elles varient entre 0 f 25 et 0 f 50 par km. Ce très grand écart a plusieurs causes.

Remarquons, tout d'abord, que l'augmentation de vitesse des avions américains s'est traduite par une économie proportionnelle à cette augmentation, puisque l'usure est proportionnelle au nombre d'heures de vol et non pas aux kilomètres parcourus.

Mais, en outre, comme nous l'avons fait remarquer, le nombre extrêmement faible des avions composant chacune des commandes de série passées aux constructeurs européens ne leur permet pas d'engager de grosses dépenses pour l'étude et la mise au point des prototypes. Il en résulte que cette mise au point doit être effectuée par les compagnies durant les premiers mois de mise en service de chaque type nouveau. Cette façon de faire est très onéreuse pour les compagnies, non seulement par les travaux qu'elle leur impose, mais plus encore par les perturbations incessantes qu'elle apporte dans leur exploitation.

Au contraire, les constructeurs américains ont pu établir des appareils métalliques si bien mis au point dans tous leurs détails que la plupart d'entre eux, à partir de leur mise en service, ont pu effectuer 3 000 à 4 500 heures sans aucune révision. La révision effectuée après ce délai coûte, en moyenne, 100 000 francs. Après quoi, ces appareils, qui sont déjà complètement amortis, sont utilisés sur des lignes secondaires, dont le prix de revient se trouve ainsi diminué de la dépense d'amortissement correspondante.

Quant aux moteurs, leurs révisions, effectuées après 300 à 600 heures de vol, reviennent, en moyenne, à 1 dollar par heure de vol, soit, pour un trimoteur, à 0 f 13 par km.

Pour les dépenses d'entretien, la situation favorable des Américains résulte, elle aussi, de la collaboration étroite entre les compagnies et les constructeurs. La revue française *Aviation* a publié, dans son bulletin de septembre 1935, le programme tracé aux Usines Douglas par les ingénieurs des

« Transcontinental and Western Airlines », pour adapter tous les organes des bimoteurs établis par ce constructeur aux besoins d'une exploitation vraiment économique. En lisant ce programme, dont tous les points ont été rigoureusement observés par le constructeur, on constate que les moindres détails de l'avion ont été conçus de façon à permettre à une équipe de deux hommes de procéder, en un temps extrêmement réduit, et au moyen d'un outillage adapté à chaque opération, à toutes les opérations de vérification et d'entretien courant d'un avion en service, telles que : vérification des commandes, des gouvernes, du mécanisme de relevage du train, etc., remplacement d'une

américaines par les militaires, au début de 1934, firent tomber en deux mois le poids de fret postal mensuel de 280 tonnes à 90 tonnes. Lorsque, après cette désastreuse expérience, les compagnies civiles reprurent l'exploitation, il fallut six mois de trafic sans accidents pour redonner confiance à la clientèle. Par suite, les recettes postales et les recettes de passagers augmentèrent rapidement. C'est ainsi qu'en 1935 les recettes totales des lignes intérieures atteignirent, pour les passagers, 190 millions de francs contre 134 millions en 1934. Le nombre de lettres transportées par air passa de 57 millions à 89 millions et comme le total des lettres du courrier intérieur

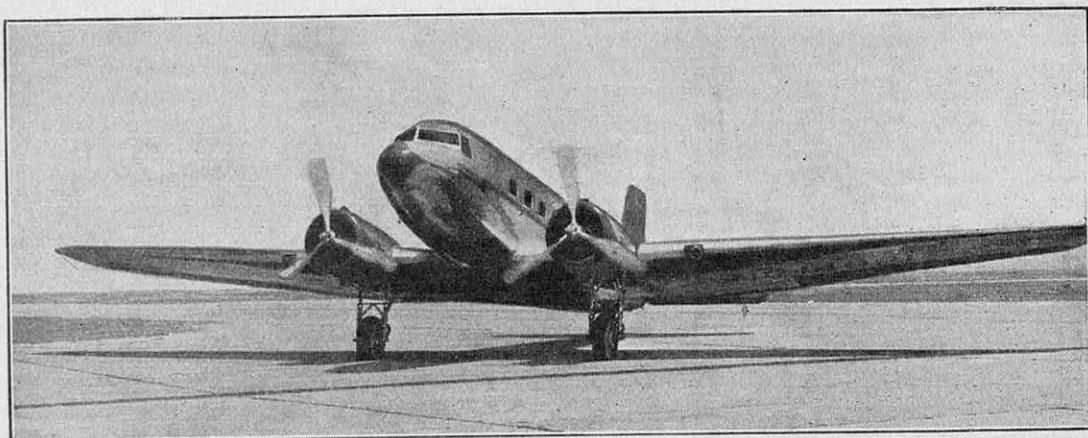


FIG. 5. — LES AVIONS BIMOTEURS « DOUGLAS » EN SERVICE SUR LES LIGNES AMÉRICAINES PEUVENT ATTEINDRE, A 3 800 M D'ALTITUDE, UNE VITESSE DE CROISIÈRE DE 300 KM/H

Ils pèsent à vide 5 tonnes, et, en charge, plus de 8 tonnes et peuvent emporter 14 passagers.

roue, d'une moitié du train d'atterrissage, d'une aile avariée, d'un moteur, d'une canalisation d'essence ou d'huile, etc., etc.

Pour ce qui concerne les instruments de bord, dont la fragilité souffre des vibrations en vol et des chocs à l'atterrissage, on a établi des supports élastiques qui les mettent à l'abri de ces causes de fatigue et qui prolongent jusqu'à 1 000 heures leur durée d'utilisation entre deux révisions.

La sécurité est la condition première d'une exploitation économique

Les dépenses consacrées à la sécurité d'un réseau aérien sont assurées d'un rendement plus élevé que toute autre catégorie de dépenses. Tout d'abord, elles constituent la publicité la plus efficace, tandis que les accidents répétés constituent la contre-publicité la plus désastreuse. C'est ainsi que les nombreuses catastrophes qui marquèrent l'exploitation des lignes postales

atteint 12 milliards, on voit qu'il reste une marge considérable pour le développement du courrier aérien aux Etats-Unis.

Mais la sécurité d'une exploitation n'a pas pour seul effet d'accroître les recettes : elle diminue également les dépenses et, en premier lieu, les dépenses d'assurances contre les accidents. Celles-ci atteignent seulement 0 f 30 par km pour les lignes américaines contre environ 0 f 60 pour le réseau européen. Le matériel volant ayant également une vie plus longue, mesurée en heures de vol, son amortissement pèse moins lourdement sur le coût de l'exploitation : aux Etats-Unis, il atteint seulement 0 f 78 par km contre 1 f 90 pour le réseau européen.

Comment la sécurité de l'exploitation a-t-elle été assurée sur le réseau américain, en dépit de l'emploi d'avions très rapides et de la multiplication des voyages nocturnes ? D'abord par l'adoption sur

les lignes aériennes, dans les aéroports et sur les avions, d'équipements de guidage et de sécurité sérieusement éprouvés et standardisés d'après les types les plus efficaces et les plus robustes ; ensuite, par l'entraînement des pilotes radiotélégraphistes, météorologistes, dispatchers, chefs d'escapes, mécaniciens, à des méthodes de navigation et d'exploitation uniformes pour toutes les lignes aériennes. Cette uniformité a pour résultat de faire parler le même langage technique sur toute l'étendue du continent à tous ceux qui collaborent à l'exploitation des lignes : ainsi sont réduits au minimum les risques d'erreur dans l'application des règles de navigation.

Enfin, une étroite collaboration s'est établie sur le plan commercial entre les compagnies aériennes et les compagnies de chemins de fer, de telle façon qu'en cas de mauvais temps sur une partie du parcours, les passagers de l'avion sont conduits sans retard au rapide qui, alerté par le « dispatcher » de l'aéroport, les transporte jusqu'à l'escale aérienne où des conditions météorologiques favorables leur permettent de continuer leur voyage par avion. Ainsi l'interruption partielle du voyage aérien ne risquant pas de mécontenter la clientèle, les chefs d'aéroports n'hésitent pas à y recourir dès que la sécurité du voyage aérien leur paraît compromise par le mauvais temps.

La simplification du réseau aérien est aussi une cause d'économies

Nous avons indiqué au début de cette étude que, pour un territoire grand quatre fois comme l'Europe Centrale et Occidentale, les Etats-Unis avaient six fois moins de lignes aériennes. Le premier résultat de cette différence capitale apparaît dans les immobilisations des compagnies aériennes : celles-ci, qui atteignent 500 millions pour l'ensemble des compagnies européennes, ne dépassent pas 330 millions pour les compagnies américaines. Les doubles emplois sont, en effet, nombreux sur le réseau européen où, la même ligne étant généralement exploitée par plusieurs compagnies, chacune d'elles supporte les dépenses de personnel, de matériel et de locaux qui se retrouvent chez ses concurrentes. La concurrence entraîne également une multiplication des dépenses de publicité. Enfin, les dépenses administratives des compagnies européennes sont largement accrues par la complication des accords, des contrats, des règlements d'administration publique et des tarifs douaniers particuliers à chacun des vingt

et un Etats desservis. Elles sont également augmentées par la complication d'une comptabilité dont les règlements se font en vingt et une monnaies différentes, dont beaucoup sont soumises à des variations perpétuelles. Les principes autarchiques qui régissent la politique des Etats de l'Europe apparaissent, par là même, aussi néfastes pour la navigation aérienne que l'étaient au moyen âge les douanes provinciales à l'égard des échanges commerciaux de ville à ville et de province à province.

Les charges de l'Etat sont aussi moins lourdes en Amérique qu'en Europe

Nous venons d'expliquer pourquoi le kilomètre, qui coûte seulement 5 francs aux compagnies américaines, en coûte 18 aux compagnies européennes.

On peut se demander maintenant si les économies faites par les compagnies américaines n'ont pas pour contre-partie un accroissement des charges de l'Etat.

Eh bien, sur ce chapitre également, on est obligé de reconnaître que la charge par km assumée par le gouvernement américain est inférieure au total des charges assumées par les Etats européens.

Les 68 stations radios, les 94 radiophares de guidage, les 77 radiophares de position, et les 18 milles de balisage lumineux (1) du réseau américain ont coûté 243 millions. Leur amortissement en sept ans représente annuellement 35 millions, soit 0 f 50 par km.

Les dépenses d'entretien et de fonctionnement de ce réseau, y compris l'entretien des terrains et des dépenses du service météorologique, sont de 212 millions par an, soit moins de 3 f par km.

Les frais assumés par l'Etat représentent donc un total inférieur à 3 f 50 par km.

En Europe, ces frais sont de l'ordre de 150 millions par an, soit 5 francs par km, d'après les calculs de M. Henri Bouché publiés dans son rapport à la Société des Nations. Encore faut-il remarquer que, *pour ce prix, l'équipement du réseau européen est encore loin de pouvoir rendre aux avions des compagnies aériennes les services que l'équipement des Etats-Unis assure aux avions américains.*

Comment sont exploitées les lignes transocéaniques

Il serait prématuré de vouloir comparer les lignes transocéaniques des compagnies américaines à celles des compagnies européennes, car ces exploitations en sont encore

1) Chiffres de l'année 1933.

à la période d'expérimentation qui, nécessairement, comporte des frais exceptionnels impossibles à séparer des dépenses normales d'une exploitation bien assise. Les hydravions actuellement en service sur ces lignes sont des prototypes dont la conception n'a pu s'inspirer des résultats d'une expérience inexistante à l'époque où ils furent dessinés. Aussi, il apparaît, dès à présent, que leur remplacement s'imposera dès que seront terminés les nouveaux types actuellement en construction et qui, bénéficiant de l'expérience acquise avec ce premier matériel, assureront immédiatement une diminution considérable des frais d'exploitation, en même temps qu'une augmentation de la vitesse et de la sécurité.

C'est seulement après deux ou trois années d'exploitation avec ces nouveaux matériels qu'il sera possible de comparer utilement les rendements des lignes européennes et américaines pour les traversées transocéaniques.

Remarquons toutefois que la conception européenne, qui tend à assimiler la conduite d'un avion à celle d'un navire dont la sécurité repose plus sur la valeur de l'équipage que sur les équipements de guidage et de sécurité, s'adapte beaucoup mieux aux traversées océaniques qu'aux exploitations continentales. En effet, à moins de jalonner les itinéraires océaniques par des îles flottantes, dont la réalisation pratique paraît encore assez lointaine, on ne peut songer à organiser le guidage des hydravions sur 5 à 10 000 km d'océan comme on l'a orga-

nisé sur les itinéraires continentaux. Même en supposant ce guidage possible sur les océans, on ne pourrait imposer à un hydravion transocéanique de s'engager délibérément dans une tempête qui barrerait l'itinéraire jalonné par le rayon directeur, alors qu'un détour de 1 000 km par le sud suffirait pour le mettre à l'abri de ce grave danger.

La sécurité sur les océans ne résultera

donc pas d'un système de guidage des avions qui les obligerait à suivre une route déterminée, *mais d'une étroite coopération entre les navires et les avions*, les premiers restant continuellement en liaison par radio avec les seconds, d'abord pour les renseigner sur les conditions météorologiques de la région où ils se trouvent, ensuite pour les guider, en fin pour leur porter rapidement secours en cas de panne, comme ils le font pour les navires en difficultés.

Dans le cadre de cette colla-

boration, qui constituera la meilleure organisation de sécurité des traversées transocéaniques, toute latitude devra être laissée au chef de bord de choisir, d'après les prévisions météorologiques reçues des navires, la route la plus favorable pour son avion.

Pour que cette liaison entre navires et avions porte prochainement tous les fruits qu'on peut attendre d'elle, il faut qu'elle soit rapidement étudiée dans ses moindres détails et mise en œuvre sans plus tarder, car elle n'est pas sans présenter de sérieuses difficultés que, seule, l'expérience permettra de surmonter.

A. VERDURAND.

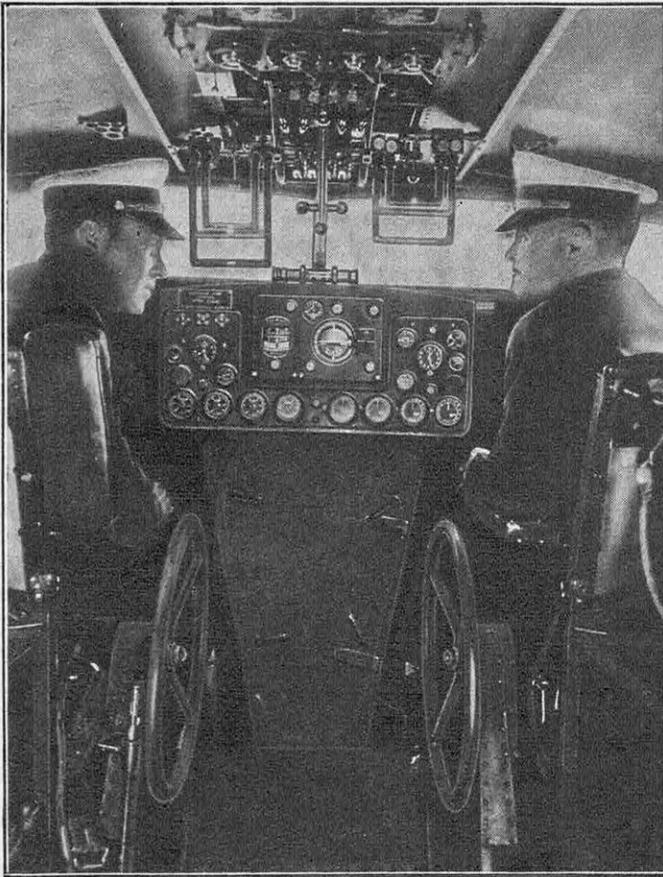


FIG. 6. — POSTE DE PILOTAGE DU « PAN AMERICAN CLIPPER » DESTINÉ AU TRAFIC TRANSPACIFIQUE

POURQUOI L'ÉCLIPSE TOTALE DU 19 JUIN INTERESSE LES ASTRONOMES

Par Louis HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

Les éclipses solaires totales sont des phénomènes qui ne se produisent sur la terre qu'à de très longs intervalles (tous les 360 ans en un lieu donné), et dont la durée ne dépasse pas quelques minutes (huit, au maximum). Encore faut-il, pour qu'elles se prêtent à un utile travail scientifique, qu'elles soient visibles dans des contrées facilement accessibles, et que l'heure du jour et les conditions météorologiques favorisent les observations. A ce point de vue, l'éclipse du 19 juin 1936, qui débutera dans la Méditerranée orientale, pour se perdre dans l'océan Pacifique, après avoir traversé tout le continent asiatique, se présente dans d'excellentes conditions, bien que la durée de l'occultation du disque solaire ne doive jamais dépasser deux minutes et demie. Les astronomes des missions scientifiques, que les observatoires du monde entier vont envoyer sur le passage prévu de l'ombre lunaire, devront mettre à profit ce court intervalle de temps pour effectuer les innombrables mesures qui, seules, peuvent fournir les solutions d'importants problèmes d'astronomie et d'astrophysique : constitution des couches superposées de l'atmosphère solaire (1), et surtout de la couronne, dont l'éclat est précisément voisin du maximum en ce moment ; existence possible de planètes intra-mercurielles ; vérification de la théorie d'Einstein par la déviation des rayons lumineux passant à côté du soleil (2) ; évaluation des températures extrêmes de la surface de la lune ; variations de l'ionisation des couches élevées de l'atmosphère terrestre (3), étudiées par la méthode des échos électriques ; origine des rayons cosmiques (4), etc.

UNE éclipse totale de Soleil est un événement sensationnel, non seulement pour le commun des mortels qui s'étonne, et parfois s'inquiète de voir la nuit tomber en plein jour et les étoiles se rallumer dans le ciel obscurci, mais aussi pour les savants, auxquels elle fournit d'amples sujets d'observations et de mesures. La prévision précise des éclipses est un des triomphes de l'astronomie et un des cas, très rares, où nous sommes en état de pronostiquer l'avenir ; en fixant des jalons sur la longue route du passé, elle a permis aux historiens de fixer la date précise d'un certain nombre d'événements concomitants avec d'anciennes éclipses. Mais surtout, on peut affirmer que nos connaissances sur la nature du Soleil ont été acquises, en grande partie, à l'occasion de ses occultations. Et, comme la science ne résout les problèmes qu'en en posant de nouveaux, les prochaines éclipses sont attendues avec impatience, et les astronomes s'y préparent avec soin, pour tâcher de résoudre ces problèmes en suspens. Nous verrons, au cours de cet article, quels

sont ceux qui retiennent actuellement l'attention des hommes de science.

Leur étude doit être préparée longtemps à l'avance, et méticuleusement, car les éclipses totales de Soleil sont, à la fois, très rares et très brèves : en un lieu donné, on en compte une seule, en moyenne, tous les 360 ans, c'est-à-dire que quinze générations humaines peuvent se succéder sans qu'aucun de ses membres ait été témoin de cet impressionnant spectacle ; il faut, en effet, que la Lune s'interpose exactement entre l'œil de l'observateur et le disque éclatant, et il faut encore qu'à ce moment-là notre satellite soit assez rapproché de nous pour que son diamètre apparent soit supérieur à celui du Soleil, faute de quoi l'éclipse, au lieu d'être totale, sera annulaire, et perd du coup son principal intérêt ; c'est ainsi que, de 1936 à 1948, on ne comptera pas moins de dix éclipses annulaires, mais elles nous en apprendront moins, à elles toutes, que le grand événement astronomique qui se prépare pour le 19 juin.

Les éclipses solaires ne sont pas seulement rares, elles sont brèves : aucune ne peut durer huit minutes, dans sa phase de totalité, et une éclipse de trois à quatre minutes passe pour très satisfaisante. D'autre part, l'heure et le lieu jouent un rôle essentiel :

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 147, page 197.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 63, page 19.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 218, page 129.

(4) Voir *La Science et la Vie*, n° 199, page 41.

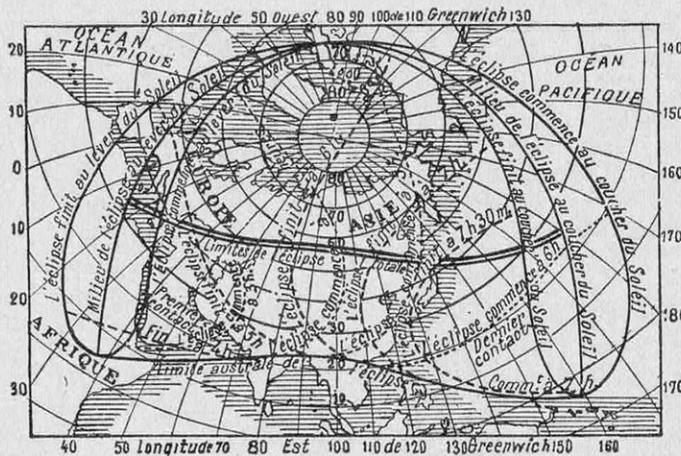


FIG. 1. — L'ÉCLIPSE DE SOLEIL DU 19 JUIN PROCHAIN SERA OBSERVABLE COMME ÉCLIPSE TOTALE EN MÉDITERRANÉE, EN GRÈCE, AU NORD DE L'ASIE MINEURE, DANS LA MER NOIRE, AU CAUCASE, LA PARTIE SUD DE LA SIBÉRIE ET TOUTE LA PARTIE CENTRALE DE L'ASIE

telle éclipse ne sera visible que sur la surface des océans, ou dans des contrées inhospitalières où le travail scientifique est quasiment impossible; telle autre n'est observable qu'au voisinage du lever ou du coucher du Soleil, à travers les brumes de l'horizon, ou encore en une saison de l'année où les nuages couvrent normalement le ciel; enfin, telle éclipse qui se présente dans des conditions favorables, et à laquelle on se sera préparé avec soin, sera rendue inobservable par l'état du Ciel, que les astronomes, malgré leur science, sont incapables de prévoir.

A ces divers points de vue, l'éclipse du 19 juin se présente comme une des plus favorables à un utile travail scientifique. Les cartes ci-jointes, que j'emprunte à l'Annuaire astronomique publié par M^{me} Camille Flammarion, marquent le sillon étroit que l'ombre lunaire se prépare à balayer sur notre globe. Notons en passant que cette tache sombre défilera sur cette piste à raison de 3 000 kilomètres à l'heure, de telle sorte que si le spectateur pouvait lui-même se déplacer avec cette vitesse, l'éclipse durerait pour lui, non deux minutes, mais cinq heures. Cette remarque ouvrira peut-être des possibilités intéressantes lorsque les fusées stratosphériques et les progrès de l'aéronautique permettront de courir après l'ombre lunaire. Pour le moment, un avion volant à la vitesse horaire de 300 km permettrait d'al-

longer la durée de visibilité d'environ 15 secondes, et ce maigre bénéfice serait largement compensé par d'autres inconvénients.

Les observateurs auront donc à se placer le long de la bande de totalité, large d'environ 100 km, et de préférence suivant son axe; mais, sur cette longue trajectoire de l'ombre lunaire, toutes les régions ne sont pas également avantageuses. L'éclipse totale débutera, au lever du jour, dans la Méditerranée orientale; on pourra l'observer à Athènes, mais dans des conditions très défavorables, puisque le Soleil ne sera élevé que de 8 degrés au-dessus de l'horizon. L'observation ne commencera à devenir intéressante qu'en Asie Mineure, par exemple au sommet du mont

Olympe, qui domine de ses 2 500 m les brumes de la plaine, et au bord de la mer Noire, à Ineboli, où la totalité se produira à 6 heures du matin, le Soleil étant déjà élevé de 17 degrés au-dessus de l'horizon.

La ligne de totalité traverse ensuite la mer Noire, aborde la Russie à Ekaterinodar, et s'enfonce dans la steppe sibérienne, effleure la pointe nord du lac Baïkal, traverse l'île japonaise de Yesso et va se noyer dans l'océan Pacifique. Dans ce long trajet, la partie la plus intéressante est celle qui traverse la Sibérie, et en particulier les villes d'Omsk et de Tomsk. Aussi certaines expéditions scientifiques, dont une française, se rendront-elles en Sibérie afin de profiter, pour leurs observations, des meilleures conditions possibles. Voici, pour quelques stations, l'heure et la durée de l'occultation :



FIG. 2. — ZONE DANS LAQUELLE POURRA ÊTRE OBSERVÉE DANS SA TOTALITÉ L'ÉCLIPSE DE SOLEIL DU 19 JUIN 1936

Stations	Heure locale	Hauteur du soleil	Durée de l'occultation
Ineboli.....	6 h 3 mn	17°	1 mn 23 s
Ekatérinodar.	6 h 36 mn	23°	1 mn 34 s
Orsk.....	8 h 12 mn	39°	2 mn 1 s
Omsk.....	9 h 38 mn	50°	2 mn 19 s
Tomsk.....	10 h 20 mn	53°	2 mn 25 s

La faible durée de la totalité est, évidemment, un désavantage, mais compensé largement par les conditions très avantageuses de date et de lieu ; le mois de juin et la sécheresse relative des plaines sibériennes permettent d'escompter la pureté du Ciel et des conditions d'observations favorables ; à quoi il faut encore ajouter que les stations dont j'ai donné les noms sont desservies par des lignes de chemin de fer, et qu'on y trouve des commodités qui faciliteront la tâche des observateurs ; d'ailleurs, le gouvernement de l'U. R. S. S. s'emploie à aider efficacement les diverses missions scientifiques.

Celles-ci seront nombreuses ; plusieurs sont déjà parties pour les stations choisies, où elles se préparent à bien employer les deux minutes de totalité : il faut, pour cela, non seulement que les instruments soient prêts, mais que tous les gestes des opérateurs soient prévus et préparés par des répétitions préalables. Quant au commun des mortels, il n'aura d'autre ressource que de se munir de verres fumés et d'observer le disque solaire, plus ou moins échanuré par l'écran lunaire.

En France, l'éclipse solaire sera partielle ; à Paris, sa « grandeur » sera égale à 0,617, c'est-à-dire que les 617 millièmes de diamètre solaire seront masqués au moment de l'occultation maximum.

Mais revenons aux nombreuses opérations scientifiques qui doivent être conduites le long de la ligne de totalité pour dresser le bilan des divers problèmes qui, actuellement, se posent à notre attention ; ils se rapportent soit au Soleil, soit à la Lune, soit à l'atmosphère terrestre.

Problèmes solaires

Une éclipse se prête, comme toutes les occultations, aux mesures précises de l'astronomie de position ; la vérification des dates annoncées pour les différentes phases de cet événement céleste permet de corriger les données des calculs et, par suite, d'atteindre une précision plus grande dans la prévision des mouvements célestes, parfois même de découvrir des anomalies qui avaient échappé aux observateurs précédents. Le grand public méconnaît trop souvent l'importance de ces opérations ; c'est pourtant à elles que l'astronomie doit la précision, véritablement extraordinaire, de ses pronostics.

On s'intéresse davantage à l'astrophysique, qui s'emploie à déterminer la nature physique des astres, et principalement du Soleil ; à ce point de vue, les éclipses totales de Soleil ont rendu, dans le passé, d'inappréciables services ; actuellement encore,

elles fournissent une occasion favorable d'établir la constitution des couches superposées de l'atmosphère solaire, photosphère, couche renversante, chromosphère ; mais c'est surtout la couronne qui retient l'attention des astronomes, car on est loin d'être fixé sur sa véritable nature.

On sait que cette atmosphère, qui s'étend jusqu'à dix diamètres solaires, a pu être photographiée, en dehors des éclipses, par M. Lyot, et c'est assurément une des plus belles conquêtes de l'astronomie moderne, car ce résultat, obtenu au prix de grands efforts, permet de suivre, au jour le jour, les transformations de l'atmosphère coronale, qui sont reliées à la période undécennale d'activité solaire ; mais c'est encore à la faveur d'une éclipse totale qu'on peut, le plus nettement, suivre les filaments dont les panaches divergents strient la couronne, et savoir si leur origine se trouve dans les taches solaires ou dans les facules ; en même temps, les mesures de polarisation peuvent nous renseigner sur la nature des éléments

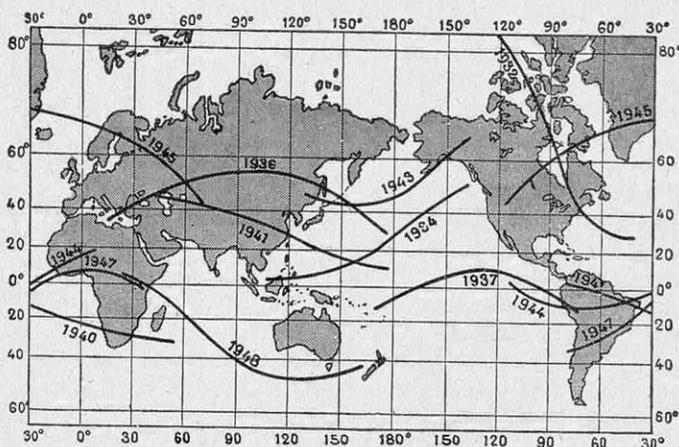


FIG. 3. — LIGNES CENTRALES DES FUTURES ÉCLIPSES TOTALES DE SOLEIL JUSQU'EN 1950

matériels suspendus dans la couronne, nous apprendre s'ils sont à l'état gazeux ou s'ils sont des grains de poussière céleste. Enfin, la température des différents points de la couronne mérite d'être mesurée avec soin ; des calculs fondés sur les lois du rayonnement laissent prévoir qu'au voisinage du bord céleste, cette température serait voisine de $4\,000^{\circ}\text{C}$ et, dans ces conditions, la base de l'atmosphère coronale ne saurait être que gazeuse ; c'est seulement à une certaine distance de l'astre que des poussières solides pourraient subsister, maintenues en équilibre, contre la pesanteur, par la pression de radiation.

Mais toutes ces hypothèses ont grand besoin de passer au crible expérimental ; l'éclipse du 19 juin en fournira une occasion d'autant plus favorable que, le maximum d'activité solaire devant avoir lieu en 1939, on sera assez rapproché de cette date pour que la couronne se montre avec un éclat favorable aux observations et aux diverses mesures.

Je ne fais que signaler ces problèmes relatifs aux atmosphères solaires, dont chacun mériterait un examen détaillé ; ils ne suffiront pas à saturer l'activité des astronomes, car d'autres questions restent en suspens, et l'occasion est belle, autant que rare, pour les soumettre à une nouvelle épreuve. De ce nombre est l'existence possible de *planètes intra-mercurielles*, c'est-à-dire plus rapprochées du Soleil que Mercure ne l'est lui-même ; on a souvent attribué à ces astres hypothétiques les anomalies constatées dans le mouvement de Mercure, et les éclipses totales fournissent une excellente occasion de savoir si vraiment ils existent. On n'a jamais rien trouvé ; on

cherchera encore, mais il faut bien dire que chaque nouvelle épreuve rend plus improbable l'existence d'une planète, même minuscule, qui aurait échappé aux investigations des astronomes.

D'ailleurs, le déplacement du périhélie de Mercure s'explique, dans l'hypothèse de la relativité, par la formule qu'Einstein a substituée à celle de Newton, et il n'est pas nécessaire d'aller chercher plus loin, pourvu que cette théorie elle-même soit solidement

établie et vérifiée. A ce point de vue, on ne manquera pas, le 19 juin, de contrôler une de ses conséquences, qui est la déviation des rayons lumineux passant à côté du Soleil : l'énergie vibratoire de la lumière, comme toute autre énergie, serait douée de masse et, à ce titre, soumise à l'attraction solaire qui infléchirait sa trajectoire. On sait que cette conséquence de la théorie doit pouvoir se vérifier en photographiant le ciel étoilé au

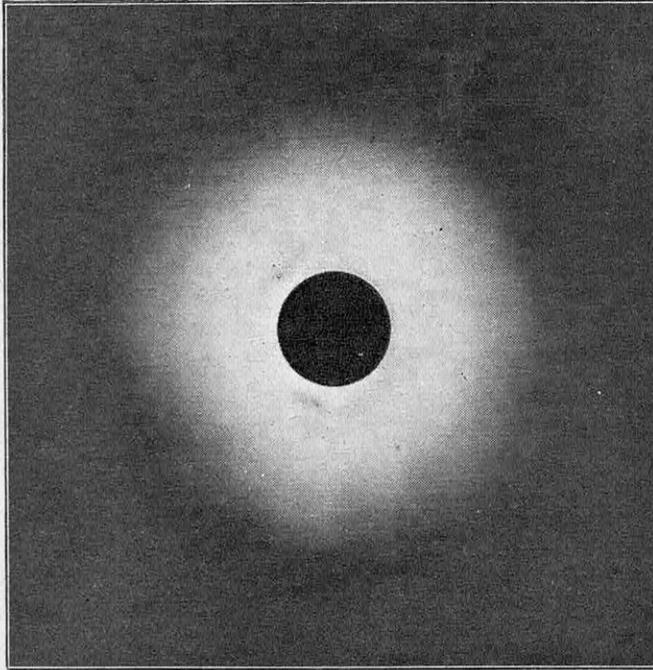


FIG. 4. — A L'ÉCLIPSE DU 30 AOÛT 1905, LA COURONNE SOLAIRE CORRESPONDAIT A UNE ÉPOQUE DE « MAXIMUM » Cette photographie a été prise à Daroca (Espagne), par une mission du Naval Observatory des États-Unis.

moment de la totalité ; les positions des étoiles circumsolaires doivent paraître légèrement déplacées ; mais ce déplacement calculé n'est que de $1\text{ s }745$ au ras du bord solaire ; il est donc tellement faible que sa mesure est à la limite de précision des mesures modernes ; en 1922, Campbell et Trumpler, observant en Australie une éclipse totale, avaient obtenu une excellente vérification portant sur 118 étoiles circumsolaires ; la différence entre les déviations mesurées et calculées ne dépassait pas 2 centièmes de seconde ; mais d'autres mesures, effectuées au cours des dernières éclipses totales, n'ont pas donné des résultats aussi favorables ; on ne peut donc considérer la question comme résolue, et la

prochaine éclipse permettra de soumettre la formule d'Einstein à une nouvelle épreuve qu'on veut espérer décisive.

Problème lunaires

Les éclipses de Soleil fournissent également une occasion favorable pour étudier divers problèmes qui se rapportent à notre satellite ; un des plus contestés consiste à évaluer les

températures extrêmes entre lesquels évolue sa surface. On ne dispose, pour en prendre une idée, que d'un moyen, qui est de mesurer le rayonnement de cette surface, et d'interpréter les résultats au moyen des lois du rayonnement données par Stefan et par Wien ; mais, en temps ordinaire, c'est-à-dire par pleine Lune, l'énergie ainsi rayonnée provient, pour une part notable (20 % environ), de la lumière solaire diffusée ; c'est d'ailleurs celle que nous voyons, parce qu'elle est formée, en

grande partie, par les radiations de faible longueur d'onde ; les 80 % restant, qui proviennent effectivement du sol lunaire, sont formés exclusivement de rayonnements infrarouges de grande longueur d'ondes, donc invisibles ; en fait, il est difficile de séparer les deux rayonnements ; pour effectuer une discrimination tant soit peu précise, il faut profiter des conditions exceptionnelles fournies par les éclipses.

Les éclipses de Lune permettent de déterminer la température supérieure de notre satellite, c'est-à-dire celle du sol lunaire

longuement échauffé par le Soleil : au moment où la Lune entre dans le cône d'ombre projeté derrière la Terre, elle commence à se refroidir ; si on suit, à partir de cet instant, la loi de décroissement de son rayonnement, on peut en déduire sa température initiale ; les résultats obtenus sont compris entre 100 et 200 degrés de l'échelle centigrade ; associés avec l'absence presque

complète d'atmosphère, ils suffisent à établir que si, par un hasard fort improbable, il restait à la surface de notre satellite des traces de glace ou de neige carbonique, elle aurait bientôt disparu par évaporation.

Quant à la mesure de la température inférieure du sol lunaire, elle peut se déduire de son rayonnement observé dans les conditions où la surface est, depuis longtemps, protégée contre l'irradiation solaire. C'est ce qui se produit au moment de la nouvelle Lune, mais les mesures sont rendues difficiles par la

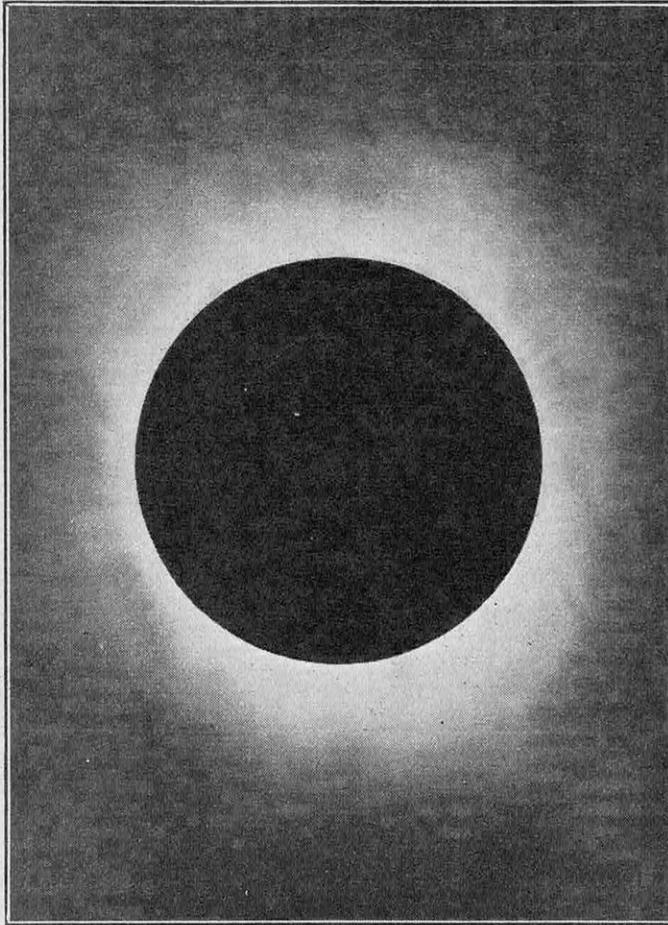


FIG. 5. — A L'ÉCLIPSE DU 28 MAI 1900, LA COURONNE SOLAIRE CORRESPONDAIT A UNE ÉPOQUE DE « MINIMUM »

lumières du Soleil ; pourtant, certains astronomes ont cru pouvoir avancer que cette température minimum de la surface du sol de notre satellite serait voisine de 100 degrés au-dessous de zéro. On espère obtenir des résultats moins imprécis en choisissant, pour ces mesures du rayonnement lunaire, l'instant précis où, en raison de l'éclipse totale, la lumière émise par le Soleil ne viendra plus gêner les observateurs dans leurs mesures.

L'expérience seule nous apprendra si ces suppositions sont fondées.

Les problèmes de l'atmosphère terrestre

Je citerai, seulement pour mémoire, les curieuses ombres mouvantes qu'on voit, au moment des éclipses, se déplacer à la surface de la campagne comme si elles étaient poussées par un vent mystérieux. S'agit-il, comme on l'a suggéré, d'un effet de diffraction lumineuse, comparable aux franges qui se forment, à la limite de l'ombre géométrique, lorsque la lumière est brisée par un écran ? Une occasion nouvelle sera offerte d'étudier ce phénomène ; mais d'autres sujets, plus importants, retiendront l'attention des physiciens : ce sont ceux qui se rapportent à la haute atmosphère. Tout nous prouve, en effet, que les propriétés de ces régions supérieures sont grandement affectées par les radiations provenant du Soleil.

Ces radiations solaires se partagent en deux groupes : les unes, ondulatoires, se propagent avec la vitesse de la lumière, c'est-à-dire qu'elles mettent 8 minutes environ à traverser l'espace qui nous sépare du Grand Luminaire ; les effets de leur interruption doivent donc se manifester dès le début de l'éclipse. D'autres rayonnements, de nature corpusculaire, sont également émis par le Soleil, mais une grande incertitude règne, à la fois sur leur nature et sur leur vitesse de propagation ; on met fréquemment en cause une projection d'électrons, mais il paraît peu vraisemblable qu'une émission continue d'électricité négative ne soit pas compensée par le départ de charges positives équivalentes. D'autre part, en ce qui concerne leur vitesse, divers physiciens admettent qu'elle est presque égale à celle de la lumière, tandis que certains faits, comme les orages magnétiques, tendent à faire admettre une propagation beaucoup plus lente, mettant de 30 à 50 heures pour nous parvenir.

Entre toutes ces hypothèses, nous ne pouvons faire choix que par leurs conséquences, et ces conséquences apparaissent plus nettes à l'occasion des éclipses totales comme celle du 19 juin ; elles se font sentir, par l'ionisation des couches élevées de la

stratosphère, sur la propagation des ondes électriques ; en leur appliquant la méthode d'écho, on détermine l'altitude et la densité des couches réfléchissantes qui forment l'ionosphère ; l'occasion sera belle de savoir si ces deux facteurs de l'ionisation atmosphérique sont modifiés instantanément par l'occultation lunaire, comme cela doit être si les agents ionisants se propagent avec la vitesse de la lumière ; au contraire, une action différée indiquerait une propagation plus lente, dont l'origine serait nécessairement corpusculaire.

Ajoutons que, en appliquant la méthode des « échos électriques », on en a observé un, beaucoup plus retardé, qui semblerait indiquer, à plusieurs milliers de kilomètres d'altitude, l'existence d'une couche réfléchissante située bien au-delà des confins vraisemblables de notre atmosphère ; son existence intrigue vivement les radioélectriciens, et on peut souhaiter que les mesures effectuées le 19 juin nous apportent, à son sujet, quelques éclaircissements.

Enfin, l'origine des rayons cosmiques méritera des études spéciales ; si, comme certains le pensent, ces rayons ont pour origine un rayonnement primaire émané du Soleil, qui produirait un rayonnement secondaire dans notre atmosphère, l'éclipse, en supprimant momentanément la cause, devrait agir sur l'effet, et l'émission cosmique devrait subir une diminution appréciable. Si, au contraire, ce rayonnement cosmique provient directement de nébuleuses ou d'étoiles nouvelles, ou si encore, comme le veut l'abbé Lemaître, il circule indéfiniment dans un univers fermé, il n'y a pas de raison pour qu'on constate un affaiblissement au moment de l'éclipse. Ainsi, les physiciens devront se joindre aux astronomes pour élucider ce problème captivant. Nous savons qu'ils n'y manqueront pas.

... D'autres questions encore, intéressant plus directement la météorologie, seront soumises à l'épreuve de cette grande expérience céleste. Ainsi, les sujets ne manquent pas ; le ciel nous accorde deux minutes pour les étudier et les résoudre.

L. HOULLEVIGUE.

IL Y A UN « TEMPS » POUR LES BIOLOGISTES COMME IL Y A UN « TEMPS » POUR LES PHYSICIENS

Par Jean LABADIÉ

La notion de temps est une de celles qui paraissent évidentes à un examen superficiel et se révèlent, au contraire, d'une extrême complexité lorsqu'on les approfondit. Pour chacun de nous, la « durée » est quelque chose d'essentiellement subjectif, et cette forme psychologique du « temps qui s'écoule » a été minutieusement analysée par le grand philosophe Bergson. Pour les physiciens, elle demeure sans intérêt pratique, car elle échappe à la mesure sur laquelle repose toute science. Toutefois, la définition d'un étalon de temps présente, encore aujourd'hui, de grandes difficultés, et les conceptions des savants à ce sujet n'ont cessé d'évoluer. C'est sur le temps solaire que l'humanité primitive s'est réglée, et c'est encore à lui que nous obéissons dans nos occupations quotidiennes, d'après les indications de nos horloges. Les astronomes lui ont substitué le temps sidéral, qu'ils ont dû corriger à plusieurs reprises, et enfin les physiciens classiques l'ont remplacé à leur tour par le temps mécanique, le plus précis qu'on puisse concevoir. Puis est venu, avec Maxwell et Einstein, le temps électromagnétique, objet de controverses récentes et passionnées. Enfin, voici le dernier venu, le temps biologique, découvert récemment par M. Lecomte du Nouy. Il n'est pas sans présenter des analogies avec le « temps » de la radioactivité et mesure la vitesse de cicatrisation des plaies, c'est-à-dire la prolifération des tissus vivants. Cette notion nouvelle, riche de conséquences possibles dans le domaine de la biologie, fournit déjà des arguments inédits pour les discussions philosophiques sur la nature du temps. Elle ne saurait évidemment prétendre à se substituer à la notion classique du temps astronomique, car on ne peut trouver mieux, pour la mesure de la durée de ces phénomènes de la vie, que nos classiques horloges.

QU'EST-CE que le temps, maître de toutes choses ?

« Rien ne résiste au temps ; tout n'a qu'un temps », ces phrases banales et profondes énoncées par l'instinct populaire aux prises avec la réalité ne suffisent évidemment pas à la science qui nous parle aujourd'hui de « microsecondes » (millionièmes de seconde) quand elle mesure les fréquences hertziennes, et de « 300 000 kilomètres à la seconde » quand elle se réfère à la vitesse de la lumière dans l'espace.

D'autre part, les physiciens comptent par siècles, autant que par minutes et fractions de seconde, « la vie moyenne » des éléments radioactifs en perpétuelle évolution. Et tandis que notre vie courante se trouve de plus en plus régentée par l'heure précise, à cause de la variété de ses phases, tout au moins dans les villes, nous voyons approcher l'époque où le chronomètre le plus exact perdra sa signification pratique au cours des voyages aériens, sauf pour le pilote et le navigateur, qui s'en serviront

pour contrôler la longitude. L'aéroplane qui fera 1 000 kilomètres à l'heure pourra lutter de vitesse avec le soleil sur le parallèle correspondant à notre latitude et, de la sorte, suspendre rigoureusement, tel Josué, la révolution du temps solaire.

Supposons qu'un tel avion tourne plusieurs jours consécutifs autour de la planète : ses passagers n'en auront pas moins la sensation de « vivre », c'est-à-dire de *durer*. Même s'il n'y a plus de chronomètre à bord, leur estomac leur rappellera de manière impérieuse « l'heure du repas ». Mais voici qui est plus étonnant : imaginez que l'un de ces voyageurs se blesse accidentellement. S'il se trouve à bord un biologiste informé de certains travaux de M. Lecomte du Nouy, ce biologiste pourra mesurer « le temps qui s'écoule » d'après la surface offerte à chaque instant par la plaie en voie de cicatrisation. Une plaie qui cicatrise, telle est la dernière « horloge », non plus astronomique, ni mécanique, mais « biologique », que vient de nous découvrir le brillant disciple du docteur Alexis Carrel.

La mesure scientifique du temps exige un étalon difficile à définir

On peut dire que, depuis la fin du siècle dernier, la notion de temps, si claire en apparence pour le commun des hommes, n'a pas cessé d'évoluer aux yeux des savants.

Faites abstraction un instant des moyens que nous offre la civilisation pour nous renseigner sur la division de la journée en heures, minutes, secondes. Essayez de définir avec attention ce que vous « éprouvez » en cherchant à saisir directement la notion de temps : c'est, avant tout, sous la forme d'un écoulement de la vie, d'une succession de pensées confrontée à celle des événements extérieurs, que vous sentez « passer le temps ». C'est là le « temps psychologique », la « durée », dont un grand philosophe, M. Henri Bergson, a fait une analyse dont les conséquences « scientifiques » commencent à apparaître aux yeux de beaucoup de savants, non seulement les psychiatres, mais encore les biologistes. Les physiciens n'ont que faire, pour l'instant, de la durée ainsi comprise, *parce qu'elle échappe aux mesures qui les intéressent.*

Toutefois, il convient de noter que les premières machines à mesurer le temps ont pris pour base, précisément, un phénomène d'« écoulement » — écoulement *continu* de l'eau sous pression constante dans la clepsydre, écoulement *périodique* du sable dans le sablier. Chaque retournement de l'engin introduit aussitôt la notion de *période* comme *unité de mesure du temps*. La science physique la plus parfaite n'a jamais connu d'autre règle de mesure du temps jusqu'à la fin du XIX^e siècle : compter des périodes.

Nous verrons que, depuis, le problème s'est légèrement compliqué. Mais, du jour où Galilée découvrit, en 1649, les lois d'*isochronisme* du pendule, — en regardant osciller un lampadaire sous la voûte de la cathédrale de Pise, tout en notant le nombre des battements de son propre pouls, au cours de cette oscillation ultra-lente, — du jour où, sept ans plus tard (1656), Huyghens appliqua ce régulateur merveilleux aux « horloges à poids », déjà vieilles de six cents ans à cette époque, les constructeurs de chronomètres n'ont fait que perfectionner le procédé de mesure du temps, qui consiste à *compter des oscillations isochrones* (1),

(1) Le mot « isochrone » signifie : « de même durée ». Les oscillations sont « isochrones » quand elles sont toutes *identiques*. Cette identité n'est assurée que par une « loi » mécanique ou physique, elle-même toujours sujette à révision expérimentale, quelle que soit l'ingéniosité des théories.

c'est-à-dire des tranches précises de temps.

Nous ferons grâce à nos lecteurs des perfectionnements qui ont atteint les « horloges-pendules » des observatoires modernes. Disons seulement que ces « instruments de mesure » du temps « périodique » ont acquis une précision extrêmement élevée, mais nécessairement limitée. Sous Louis XIV, l'Observatoire de Paris, que dirigeait Cassini, ne disposait pas d'horloges assurant la mesure du jour à la précision d'une seconde. Au siècle dernier, cette même mesure atteignait le dixième de seconde. Aujourd'hui, c'est au centième de seconde que se règlent les horloges sidérales de l'Observatoire de Paris, grâce à des dispositifs électriques qu'il n'est pas dans notre sujet d'examiner. La T. S. F. diffuse l'heure ainsi connue dans le monde entier avec la même précision.

La recherche décevante d'un étalon de temps « sidéral »

L'instrument de comptage des oscillations « isochrones » étant acquis avec l'horloge à pendule, il restait à étalonner celle-ci sur un phénomène périodique naturel, immuable.

Il apparaît évident, toutefois, que le pendule aurait pu se suffire théoriquement à lui-même, puisque son oscillation résulte précisément du phénomène naturel le plus certain : la durée d'un battement pendulaire *n'est fonction que de la pesanteur terrestre au lieu de l'expérience et de la longueur du balancier.*

Néanmoins, l'utilité immédiate, sociale, des horloges primant de beaucoup leurs services scientifiques, les horloges furent d'abord accordées à la succession périodique du jour et de la nuit. On fixa sur ces cadrans un point repère : le *midi* (moitié du jour) que l'aiguille devait franchir *juste à l'instant où le Soleil coupait le méridien du lieu.*

Dès cet instant, les deux mouvements « périodiques », celui de l'instrument créé par l'homme et celui des révolutions astronomiques, allaient retentir l'un sur l'autre. Les indications célestes, considérées comme *indiscutables*, allaient contraindre les pendules à de perpétuelles corrections : celles, par exemple, de la dilatation du balancier sous l'effet des variations de température, et celles des troubles engendrés par la variation de la pression atmosphérique. Mais, de leur côté, les chronomètres, devenus des « garde-temps » perfectionnés, allaient accroître la précision des observations astronomiques. Tant et si bien que les irrégularités des mouvements célestes, de mieux en

mieux décelées et précisées, n'ont cessé de remettre en question l'étalon astronomique du temps.

Le drame de ce « divorce » entre les horloges humaines et l'« horloge naturelle » des cieux vaut d'être expliqué, car sa genèse nous montre combien, à mesure qu'elle avance en perfection, la science modifie ses concepts les plus fondamentaux, au premier rang desquels figure le Temps.

Réglées, en leur midi, sur le passage du Soleil au méridien, les horloges firent immédiatement observer que le Soleil était bien capricieux dans ces passages. Loin de se plier aux caprices de l'astre-roi, les horloges exigèrent que les astronomes tracent le graphique exact des variations du midi solaire. Les horloges ont encore fait observer que le jour solaire variait de 52 secondes entre le 15 septembre, le 31 décembre, la fin mars et la fin juin (1).

Pas de régularité aux passages ; variation de l'intervalle de temps entre deux passages ! Le Soleil ne pouvait plus, décemment, servir d'index-répère à la mesure du temps.

Il a donc cédé la place aux étoiles, à toutes les étoiles, qui, elles, passent au méridien avec une régularité exemplaire.

Le mouvement apparent des étoiles sur « la voûte des cieux » est dû, en effet, à la rotation de la Terre sur elle-même. Cette rotation est constante, uniforme... du moins, les inventeurs du « temps sidéral » en étaient persuadés, plus exactement, l'espéraient.

Car c'était à vérifier...

Les promoteurs de la voûte céleste en tant qu'horloge-étalon, l'abbé Picard, qui fit construire (1669)

(1) Ces irrégularités sont dues à la variation de la distance de la Terre au Soleil au cours de l'année.

FIG. 1. — LA CLEPSYDRE

Une cuve à niveau constant déverse son liquide dans un récipient gradué. L'écoulement sous pression constante étant proportionnel au temps,

chaque graduation d'un cylindre peut représenter l'heure à laquelle l'atteindra l'eau accumulée. La clepsydre matérialise l'écoulement du temps formant « boule de neige », suivant l'image de M. Bergson.

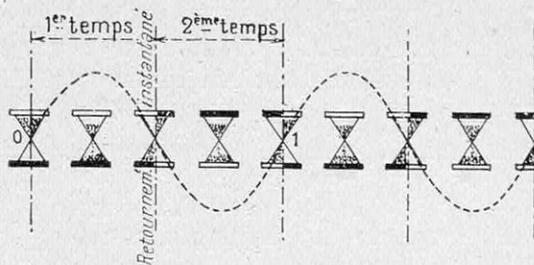


FIG. 2. — LE SABLIER

Le « sablier » est une clepsydre « périodique ». Chaque « temps » de vidage du sable étant identique au suivant, quelle que soit la loi d'écoulement, on peut imaginer que le sablier se retourne brusquement à la fin de chaque temps. Et l'on réalise ainsi, grossièrement, l'équivalent des « périodes » isochrones d'un pendule. C'est la première mesure quantique du temps.

à Paris la première lunette méridienne, et Rømer, qui la perfectionna, pensaient avoir, cette fois, découvert l'horloge éternelle que rien ne saurait plus détraquer. Hélas ! deux cent cinquante ans seulement après son inauguration, l'horloge sidérale vient d'être mise au rebut (1924). Qu'est-il donc arrivé ?

On s'est aperçu que la rotation de la Terre se ralentit (1).

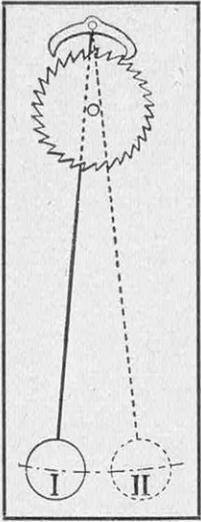
Deux grands astronomes français, Le Verrier et Delaunay, se sont lancés, à ce sujet, quelques aménités assez acides, voilà quatre-vingts ans, quand le second prouva, calculs en mains, contre l'opinion du premier, que le retard de la Terre s'élèverait, au bout d'un siècle, à 9" d'arc, soit près de 18" de temps. Aujourd'hui, l'on sait que Delaunay avait raison et pourquoi. De plus, on sait que le retard doit aller en croissant, que, dans deux siècles, il atteindra 1 minute et demie et, dans deux mille ans, près de 2 heures !... L'explication est celle-ci : par les marées qu'elle provoque à la surface des océans terrestres, la Lune freine la rotation de notre planète.

En réalité, ces 2 heures de retard au bout de deux mille ans ne nous gênent guère, ni vous, ni moi, — ni même la plupart des astronomes qui s'adonnent à des travaux dont la précision demeure en dessous de cette marge d'erreur. N'empêche que la science, une fois découverte l'erreur, si petite soit-elle, se doit de l'éliminer.

Où va-t-elle prendre, maintenant, une nouvelle « horloge naturelle ».

La rotation terrestre nous fait défaut parce que la Terre est une roue qui ne tourne pas librement dans l'espace : elle « frotte » sur la Lune par l'intermédiaire des marées.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 216, page 453.



**Le « temps mécanique »
corrige
le « temps sidéral »**

Y a-t-il, dans le ciel, des « roues » absolument dépourvues de frottement ?

Certainement. En voici une : si l'on considère la Lune dans sa révolution

FIG. 3. — LE PRINCIPE DE L'HORLOGE A PENDULE

Le pendule fournissant des oscillations « isochrones » (Galilée) a été appliqué par Huyghens, grâce à l'« échappement à ancre », comme régulateur de la rotation

d'une roue figurant dès lors, exactement un mouvement uniforme capable de mesurer l'écoulement du temps, par périodes successives égales, identiques et dont les subdivisions dépendent seulement d'une démultiplication par engrenages.

propre autour de la Terre, notre satellite constitue une sorte de pendule idéal, réglé comme celui de Galilée sur la pesanteur terrestre, avec cette particularité qu'au lieu d'osciller autour d'une position d'équilibre, il tourne indéfiniment autour de son point de suspension. La « période » de tout astre satellite étant donnée par les lois de Képler dont Newton a extrait les lois de la gravitation, lesquelles ont finalement engendré la mécanique rationnelle, on conçoit que la « mécanique » de la pesanteur puisse fournir la période Képlérienne. Ainsi naquit le plus absolu des étalons de temps : le « temps mécanique ».

Ce temps ignore les « avances séculaires » dues au freinage de la rotation terrestre.

Cette fois, les astronomes pouvaient se croire à l'abri de toute surprise.

Le « temps d'Einstein » corrige à son tour le « temps mécanique »

Mais à l'époque même de l'avènement officiel du temps mécanique (1924), la plupart d'entre eux savaient déjà que cette tranquillité était plus que menacée.

Déjà, un certain satellite du Soleil, la planète Mercure, révélait, dans ses révolutions périodiques, des perturbations absolument inexplicables par les lois de la mécanique classique.

Ces perturbations, le même Le Verrier, qui reprochait si amèrement à Delaunay d'empêcher la Lune de danser en rond, les avait soigneusement mesurées. Or, seule, la théorie

de la relativité de M. Einstein (qui corrige, comme on sait, la mécanique de Newton) a, jusqu'ici, rendu compte des perturbations du mouvement de Mercure.

Voilà donc que le « temps mécanique » classique, si péniblement conquis, se trouve ébranlé à son tour par le « temps d'Einstein » — dont les formules ne sont pas aisées à vulgariser. Sachons seulement que les corrections apportées par le célèbre physicien allemand au temps de la mécanique classique dépendent de la vitesse des mobiles considérés. Ces corrections sont infimes, même pour les vitesses astronomiques. Seule, la planète la plus rapide du système solaire, Mercure, révèle l'exactitude du temps einsteinien et lui confère, par conséquent, sa nécessité scientifique.

Ici, les astronomes qui veulent à toute force tenir compte des corrections de M. Einstein sont désormais certains de ne plus être dérangés. Personne n'ira leur contester ces formules, et pour cause.

Sachons seulement que l'étalon naturel du « temps d'Einstein » n'est autre que la vitesse de la lumière (1) (300 000 km/s).

Et comme, d'autre part, c'est dans la théorie « électromagnétique » de la lumière selon Maxwell que M. Einstein a puisé le principe de sa relativité, les spécialistes appellent « électromagnétique » le temps d'Einstein.

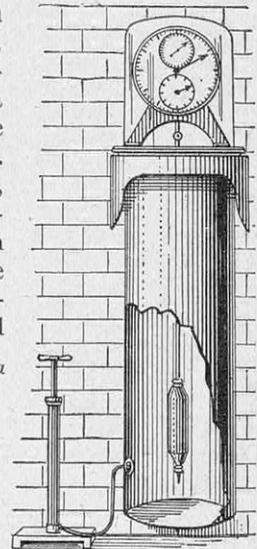
Avec le temps d'Einstein, nous voilà bien loin de ce temps « intuitif », de cette « durée intérieure », de cet écoulement continu qui représentent, avons-nous dit, la « sensation de temps » la plus immédiate pour le commun des mortels.

En d'autres termes, de précisions en précisions, de corrections en corrections, la science la plus pure, la « mécanique céleste » d'abord

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 173, page 386.

FIG. 4. — L'HORLOGE-PENDULE ÉTANT INFLUENCÉE PAR LA TEMPÉRATURE ET LA PRESSION, ON UTILISE

DANS LES OBSERVATOIRES, COMME PENDULES-ÉTALONS, DES HORLOGES PLACÉES DANS UNE DOUBLE ENCEINTE QUI LEUR ASSURE UNE PRESSION ET UNE TEMPÉRATURE CONSTANTES



et puis la mécanique « rationnelle » nous ont progressivement éloignés du « temps vécu » sans horloge, et même simplement du temps « social » de nos bons réveillin-matin, pour nous courber sur des fractions de plus en plus fines d'un temps de plus en plus abstrait.

La résurrection scientifique du temps en « écoulement continu »

Lorsqu'on a terminé cette poursuite minutieuse et qu'on reporte son regard sur le

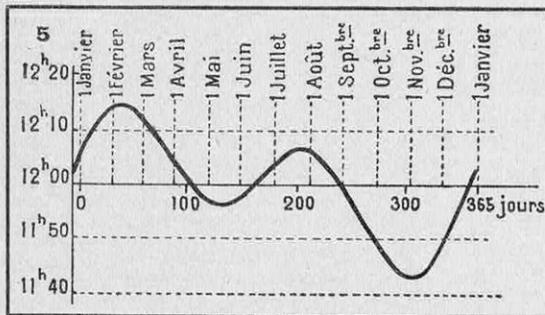


FIG. 5, 5 bis, 5 ter. — LE MOUVEMENT DE ROTATION UNIFORME, DIVISIBLE A L'INFINI PAR PÉRIODES ENTIÈRES, ÉTANT ASSURÉ PAR LE PENDULE, IL FAUT ÉTALONNER CELUI-CI SUR UNE « PÉRIODE » AYANT SON POINT « INITIAL » ET « FINAL » (ORIGINE) IMMUALE

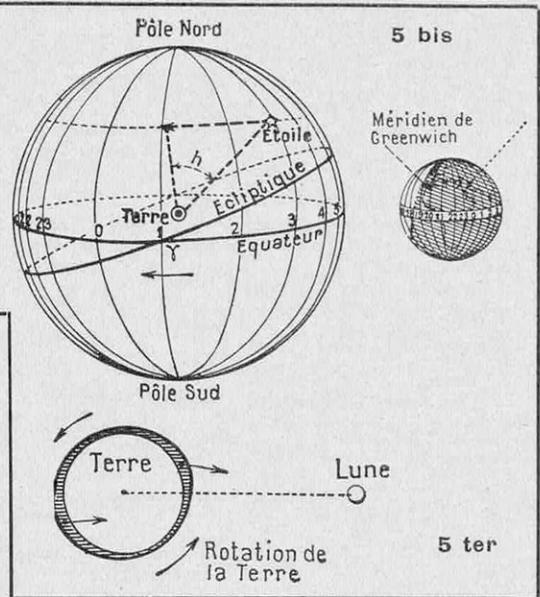
(5) Cette origine ne peut être le passage du Soleil au méridien : la courbe ci-jointe montre les variations de ce passage au cours de l'année. —

(5 bis) Le « temps sidéral » étalonné sur le passage d'une étoile au méridien semble d'autant plus rationnel que la « sphère céleste » ainsi figurée comporte un repère géométrique certain, le point gamma (γ), ou point vernal, dont le mouvement de précession est parfaitement calculé. C'est sur ce principe que sont établis les fuseaux horaires terrestres. — 5 (ter) Mais la rotation de la Terre (à laquelle est due la révolution sidérale) est freinée par les marées — ce qui ôte tout espoir de trouver dans le ciel un repère absolu de l'origine du temps. C'est le motif pour lequel les astronomes ont dû recourir à l'« accélération » mécanique de la gravitation pour étalonner leurs

pendules, fondateur de la mécanique rationnelle.

Il se pourrait donc que les biologistes eussent à considérer en toute légitimité d'autres mesures scientifiques du temps que celles de la mécanique rationnelle.

C'est une de ces formules de mesure, la première du genre, que nous apporte justement M. Lecomte du Nouy — et, n'en déplaise aux physiciens, elle est, elle aussi, « mathématique » ! Mieux : la formule du « temps biologique » de M. Lecomte du



monde, on a l'impression de se « réveiller à la vie ». Est-ce à dire que, dans cette mesure de plus en plus mathématique du temps, la science s'éloignerait de la réalité ? C'est ce que prétend la philosophie de M. Bergson.

Certes, nous ne l'ignorons pas, les physiciens ont tiré un merveilleux parti du temps d'Einstein. Mais les physiciens ne s'occupent pas, Dieu merci ! de physiologie. Or, aucun médecin n'a besoin du temps de M. Einstein ni même d'un chronomètre de précision pour constater les anomalies de cette horloge vivante qu'est votre pouls, — horloge imprécise s'il en fût, mais qui servit, néanmoins, à Galilée, nous l'avons rappelé, pour découvrir précisément les lois premières

Nouy semble calquée, point par point, sur la formule de l'écoulement de la radioactivité.

Dans le radium et les corps de même famille (comme d'ailleurs, aujourd'hui, dans tous les éléments artificiellement créés à l'état radioactif, depuis la belle découverte de M. et M^{me} Joliot-Curie), la matière ne semble-t-elle pas animée d'une « vie propre » ? Et c'est le terme même qu'emploient les physiciens.

La « clepsydre » de la radioactivité

Prenons une certaine quantité de radium. Mesurons l'intensité de son rayonnement que nous appellerons I_0 .

Si, au bout de 1 750 ans environ, nous

recommençons la même mesure, sur le même morceau de métal, nous constatons que l'intensité du rayonnement est tombée de moitié. La nouvelle intensité I_1 s'écrira donc :

$$\frac{I_0}{2} = I_1.$$

Si nous recommençons (excusez la liberté que je prends avec les siècles) 1 750 ans plus tard, nous constatons, dans cette troisième mesure, que l'intensité précédente I_1 est encore tombée de moitié. La nouvelle intensité radioactive I_2 est donc égale à $\frac{I_1}{2}$ ou, si vous préférez, $\frac{I_0}{4}$. Et ainsi de suite, tous les 1 750 ans, nos mesures nous conduiraient à diviser par 2 l'intensité I précédemment mesurée.

Ces divisions par 2 indéfiniment répétées de l'intensité radioactive constituent un phénomène « aussi régulier que les révolutions astronomiques » a dit Pierre Curie. Aucun physicien n'a réussi, en effet, jusqu'à présent, à modifier le cours de cette « chute dans le temps ». Chacune des divisions précises marque donc un intervalle de temps égal à 1 750 ans. Aussi bien, Pierre Curie

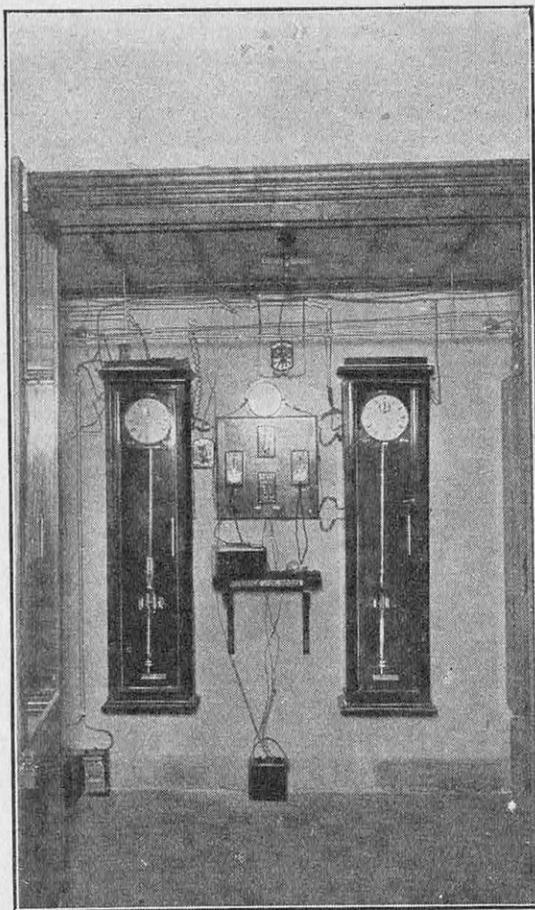


FIG. 6. — VUE PARTIELLE DE LA SALLE DES HORLOGES DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS

imaginait-il qu'un jour viendrait où ces degrés successifs de la chute « radioactive » seraient considérés comme ceux d'une véritable clepsydre, immuablement réglée par la nature, pour nous fournir un étalon de temps absolu.

Ce n'est pas là une utopie, car si la « vie moyenne » (dénommée par euphémisme « période ») du radium, 1 750 ans, est un peu longue pour servir d'étalon usuel, n'oublions pas qu'il existe des corps radioactifs dont la *vie moyenne* se chiffre par centièmes, ou même par millièmes de seconde. De plus, insistons-y, grâce à la radioactivité artificielle qu'ont mise en route les Joliot-Curie, tous les corps simples sans exception peuvent devenir des « clepsydres ra-

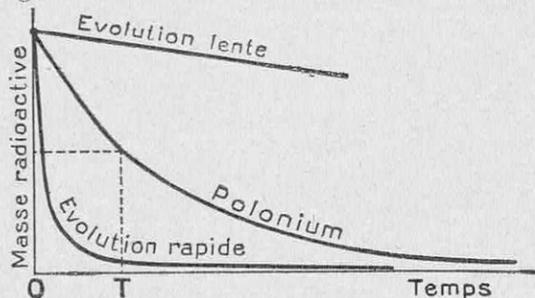


FIG. 7. — LE « TEMPS » D'ÉCOULEMENT DE LA RADIOACTIVITÉ

Les corps radioactifs se désintègrent avec une régularité sur laquelle n'influe aucun facteur de la physique. La décroissance de la masse radioactive suit une progression géométrique, relativement à la progression arithmétique du temps compté par les horloges en nombres entiers de « périodes ». (La courbe indique l'allure de cette décroissance dont la forme varie avec chaque corps radioactif.)



dioactives ». Vous le voyez, c'est le plus naturellement du monde que la radioactivité a ressuscité sous nos yeux la notion du temps mesuré non plus par « périodes » oscillatoires isochrones (pendulaires ou quasi pendulaires), mais par un « écoulement » — qui rappelle impérieusement la durée « vivante » de M. Bergson.

Mais voici, maintenant, un phénomène matériel et vivant tout ensemble, la cicatrisation des plaies, qui va, à son tour, matérialiser mathématiquement cette image de la « clepsydre » d'une durée s'écoulant indéfiniment, sans oscillation.

L'étonnante précision du « temps de cicatrisation » des plaies

C'est durant la guerre, à l'« ambulance laboratoire » installée à Compiègne par le docteur Alexis Carrel, que M. Lecomte du Nouy entreprit de résoudre ce problème : mesurer avec rigueur la vitesse de cicatrisation des plaies, afin de vérifier quel était le meilleur antiseptique.

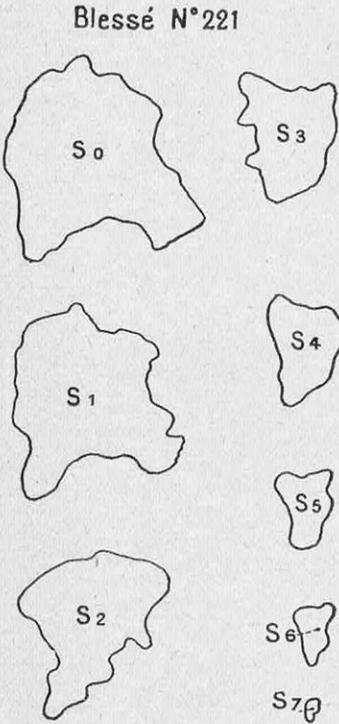


FIG. 8. — LES CONTOURS CI-DESSUS FIGURENT LES CALQUES D'UNE PLAIE EN VOIE DE CICATRISATION PRIS A INTERVALLES DE TEMPS ÉGAUX (TOUS LES QUATRE JOURS)

On voit que la décroissance de la plaie prend une allure analogue à celle de la masse radioactive.

Le problème était entièrement neuf. M. Lecomte du Nouy fit relever, sur papiers-calques spéciaux, la forme et la surface des blessures en traitement. Et bientôt il constata ceci :

La surface de la blessure fraîche étant mesurée par un nombre, S_0 , de centimètres carrés, chronométrons le temps qui s'écoule jusqu'à ce que cette surface soit réduite de moitié. Admettons, par exemple, que cet intervalle soit de huit jours. Au bout de huit nou-

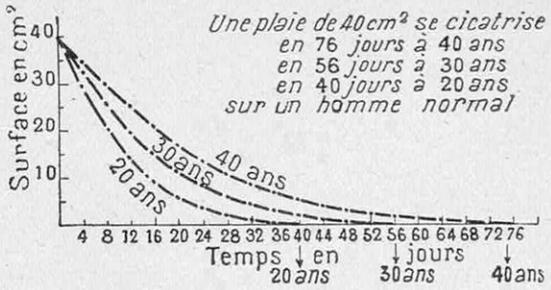


FIG. 9. — COURBES MONTRANT LA VITESSE DE CICATRISATION A TOUT INSTANT D'UNE PLAIE DE 40 CM² CHEZ L'HOMME DE 40 ANS, CHEZ CELUI DE 30 ANS ET CHEZ CELUI DE 20 ANS

L'allure de ces courbes est la même que celle de l'extinction de la radioactivité. Toutefois, outre qu'une cicatrisation, sans être jamais parfaite (une « trace » reste toujours), doit être considérée comme terminée à un moment donné, il faut savoir qu'un second phénomène (granulation en profondeur) se superpose à la reconstitution purement superficielle de l'épiderme (épidermisation). Les courbes perdent de ce fait leur similitude « rigoureuse » avec celles de la radioactivité.

veaux jours, la surface primitive S_0 apparaîtra réduite au quart. Au bout de huit jours supplémentaires, elle se trouvera réduite au huitième, etc. Nous retrouvons donc ici, dans la cicatrisation de la plaie, exactement la même progression que dans l'extinction de la radioactivité, c'est-à-dire : $S_0; \frac{S_0}{2}; \frac{S_0}{4}; \frac{S_0}{8}$, etc. Chacune des mesures de la blessure marque donc un « intervalle de temps » constant.

— A ce compte, me direz-vous, la plaie ne finira jamais de cicatriser, puisque, même à la centième « période » de huit jours (que vous prenez comme exemple), il restera encore un résidu de la surface primitive S_0 .

Ici, deux observations. D'abord il n'est pas certain que les blessures finissent jamais leur cicatrisation, — de même que la radioactivité baisse d'intensité sans jamais devoir atteindre aucun zéro définitif. Ce n'est, pratiquement, que faute de phénomènes observables que l'on peut affirmer : « tel corps n'est plus radioactif » et, de même : « telle blessure est complètement cicatrisée ». L'analogie demeure donc rigoureuse.

Mais le phénomène de cicatrisation n'est pas seulement un phénomène de « superficie ». Une blessure est toujours « profonde », en sorte qu'il faut distinguer deux mesures distinctes dans ce phénomène biologique : la mesure en profondeur et la mesure en surface. La cicatrisation des plaies en profondeur se fait par « contrac-

tion » avec création des matériaux nouveaux nécessaires, par la granulation des chairs (bien connue des chirurgiens); la cicatrisation en surface correspond seulement à l'épidermisation ou *reconstitution progressive de la peau proprement dite*. Pour simplifier mon exposé, je n'ai parlé que de ce dernier phénomène, partiel. Et je laisserai de côté son complémentaire, la « granulation ». Mais, si je pouvais écrire la formule complète de M. Lecomte du Nouy, je n'aurais aucune peine à montrer que la progression de la granulation suit une « loi de temps » exactement semblable à celle de l'épidermisation. Vous pouvez m'en croire, la découverte du « temps biologique » de M. Lecomte du Nouy est exactement analogue à celle du « temps radioactif » de Pierre Curie. Ce temps biologique, dans sa forme mathématique, n'a donc plus rien de la « confusion » que lui supposent certains savants spécialisés dans la mesure du « temps mécanique », mais nullement informés des phénomènes de la vie.

Le *temps biologique* ainsi défini semble d'ailleurs devoir s'appliquer — et s'applique effectivement sous certaines conditions — à la prolifération des tissus cultivés *in vitro* par la méthode Carrel.

Cette prolifération n'est, à tout prendre, qu'une perpétuelle « granulation » constituée par la multiplication incessante

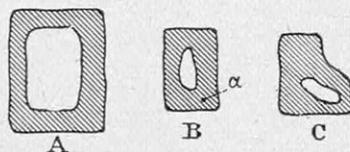


FIG. 11. — INFLUENCE DE L'INFECTION SUR LA CICATRISATION

Une plaie A, s'étant cicatrisée normalement jusqu'au stade figuré en B, se trouve stabilisée si, à ce stade, elle s'infecte. Le stade C correspondant à la période de temps prise comme unité ne marque, en effet, aucun progrès sensible.

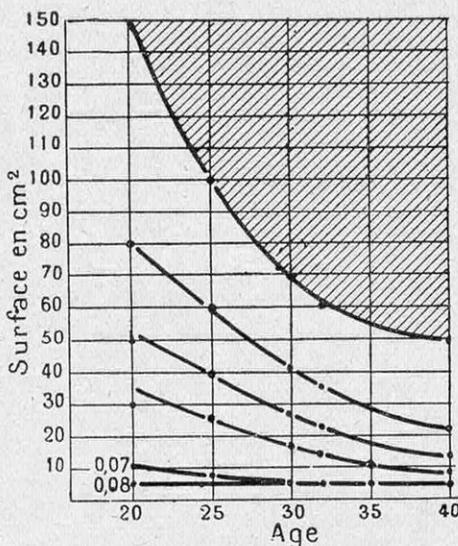


FIG. 10. — CETTE « FAMILLE DE COURBES » INDIQUE LA VITESSE DE CICATRISATION DES PLAIES EN FONCTION DE L'ÂGE ET DE LA SURFACE INITIALE

Elles révèlent que, pour un même âge, la vitesse de cicatrisation varie avec l'importance de la plaie. Au-dessus d'une certaine dimension, la plaie ne cicatrise plus. L'organisme est alors atteint dans sa vie profonde. Il est hors de jeu : le chirurgien doit intervenir par sutures ou amputations.

« temps biologique ». Les tissus artificiellement cultivés sont « immortels », avons-nous observé : extraits de l'individu, ils semblent reprendre le caractère de l'espèce, qui, elle, ne meurt pas. Mais si on traite ces tissus (du cœur de poulet, par exemple) avec des sérums fournis par des poulets d'âges différents, la prolifération des tissus en question se ralentit et prend le cours indiqué précisément par les formules de Lecomte du Nouy — lesquelles, la suite du texte l'indique, mettent effectivement en jeu ce facteur capital : l'âge du sujet.

FIG. 12. — LE « TEMPS BIOLOGIQUE » RÉVÉLÉ PAR LES CULTURES « IN VITRO » DU DOCTEUR CARREL

La courbe ci-contre montre la durée de la vie des cultures suivant qu'elles sont traitées avec un « plasma nutritif » emprunté à des animaux d'âges différents. En réalité, les cultures de Carrel ne sont « éternelles » que si on les alimente au plasma d'« embryon », c'est-à-dire de l'animal qui n'est pas encore né « à la durée biologique ».

sante des cellules vivantes (1).

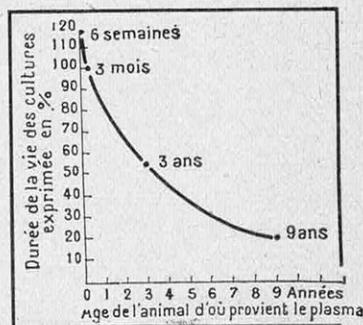
L'âge du blessé se trouve mathématiquement décelé par la vitesse de cicatrisation de sa blessure

Mais ce n'est pas tout encore.

Nous avons rappelé que les éléments radioactifs étaient caractérisés par une « période » qui leur est personnelle : leur « vie moyenne » propre.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 224, page 98, et, notamment, l'observation (note page 100), dans laquelle j'indiquais que, si les tissus pouvaient croître indéfiniment, la multiplication cellulaire atteindrait une progression inimaginable. Cette progression, par reduplication indéfinie, est l'opération strictement inverse de l'obturation d'une plaie par « contraction », c'est-à-dire par une granulation des chairs limitée aux vides à combler.

D'ailleurs, l'étude du vieillissement des cultures *in vitro* de Carrel et la mesure de leur vitesse de prolifération confirme merveilleusement la notion de



Tout de même, les plaies étudiées par Lecomte du Nouy ont révélé des « vies moyennes » différentes. Et ces *vies moyennes* étaient d'autant plus courtes (autrement dit la blessure se refermait d'autant plus rapidement) que le blessé était plus jeune !

N'allez pas croire que ce soit là encore une simple observation « à vue ». Pas du tout. Les formules de Lecomte du Nouy permettent de calculer exactement « l'indice de cicatrisation » correspondant aux différents âges du blessé.

Ce coefficient A est :

0,260 chez un jeune homme de 20 ans ;

0,225 chez un homme de 25 ans ;

0,198 chez l'homme de 30 ans ;

0,145 chez celui de 40 ans.

Autrement dit, le chronométrage de la cicatrisation d'une plaie de surface donnée, chez un inconnu, permet de dire son âge sans aller voir son état civil.

Exemple précis : si une plaie de 20 cm² cicatrise en 20 jours chez un enfant de 10 ans, la même plaie cicatrisera en 31 jours chez un adulte de 20 ans ; en 41 jours chez un homme de 30 ans ; en 55 jours chez un homme de 40 ans.

Les erreurs moyennes observées n'ont jamais été d'une année complète.

Cette précision est tout simplement merveilleuse, si l'on songe à l'imprécision forcée des mesures purement physiques de la plaie (surface et profondeur), si l'on songe également aux *facteurs caractéristiques de chaque individu* (groupe sanguin, hérédités de toute sorte, état glandulaire, etc...), qui doivent jouer un rôle dans le phénomène, rôle que l'on ne connaît pas et que les formules de Lecomte de Nouy permettront peut-être de découvrir. Ces formules sont probablement les premières de ce qu'on appellera, plus tard, « la mécanique biologique ». Le temps est le concept fondamental de ces formules, nous venons de le montrer, pourtant ce n'est ni le temps des astronomes ni celui des physiciens. Dans ces mesures effectuées sur la chair vive, la vie est une horloge qui se suffit à elle-même. Voilà le grand fait que M. Lecomte du Nouy a su mettre en lumière, tout comme Pierre Curie avait montré que la « radioac-

tivité » est l'horloge autonome, par excellence, de la « vie physique » de la matière (1).

Répétées sur des animaux avec toute l'aisance d'expérimentation que comporte le changement de sujets, les mesures de Lecomte de Nouy se sont entièrement confirmées.

Appliquées aux différentes espèces animales, les formules du temps biologique de Lecomte du Nouy révéleront probablement des secrets inimaginables *a priori*, touchant l'âge respectif des différentes espèces, sur l'arbre généalogique de l'évolution. C'est, du moins, la conviction que je me permets d'énoncer, ne serait-ce qu'afin de suggérer les expériences nécessaires à sa vérification.

Du « temps biologique » pourra-t-on remonter, toujours par voie mathématique, au « temps psychologique », à cette « durée pure » qui, définie par M. Bergson avec tant de profondeur philosophique, paraît être la mère de toutes les formes passées et futures du *temps scientifique*? Ce serait là l'ultime progrès dont les travaux de Lecomte du Nouy constituent, de toute évidence, un premier échelon.

Cette philosophie de la durée, que des controverses passionnées, suscitées en ces dernières années par les théories de M. Einstein, ont prétendu tourner en ridicule, semble devoir conquérir peu à peu le domaine de la science, — tout au moins celui des sciences de la vie — exactement comme la philosophie de l'étendue selon Descartes a soutenu, durant trois siècles, l'essor ininterrompu des sciences de la matière inerte.

J'écris ceci avec d'autant plus d'assurance que la même pensée, je le sais, anime M. Lecomte du Nouy et son maître, le docteur Alexis Carrel.

JEAN LABADIÉ.

(1) Je tiens à prévenir ici une objection savante : « Le temps de la radioactivité, ne manquera-t-on pas d'objecter, est un temps « statistique ». C'est la *probabilité* que chaque atome porte en lui de vivre, ou de mourir par rayonnement.

Mais les théories par lesquelles on aboutit à cette définition « supposent » des phénomènes intraatomiques qui échappent à la mesure directe, aux données immédiates de l'expérience que nous nous sommes astreints à ne pas abandonner un instant.

Le citoyen américain est beaucoup moins imposé que l'Anglais et le Français. En effet, en 1934, la dette publique par habitant n'était que de 235 dollars aux États-Unis, alors qu'elle était de 470 dollars en France et de 820 en Grande-Bretagne. Les dettes respectives de ces trois grands États (exprimées en dollars) atteignaient alors 30 milliards, 20 milliards et 38 milliards.

C'EST AUX PROGRÈS DE LA MÉCANIQUE QUE NOUS DEVONS LE MATÉRIEL DE PRÉCISION MODERNE DE LA DÉFENSE ACTIVE ANTIAÉRIENNE

Par Paul VAUTHIER

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

La Science et la Vie a exposé (1) les conceptions modernes de la guerre aérienne d'après le général italien Douhet. A l'offensive de grande envergure préconisée par ce dernier, la défense doit opposer aujourd'hui un armement spécial particulièrement efficace. Devant la vitesse croissante des avions, seules des armes automatiques, susceptibles de tirer à une cadence accélérée et à grande portée des projectiles fusants ou percutants, peuvent être utilement employées. Dans ce domaine, on doit distinguer les canons antiaériens, destinés à la police des hautes altitudes, et les armes de plus faible calibre (mitrailleuses) contre les avions volant à faible altitude. Les problèmes qui se posent dans ces deux cas sont difficiles à résoudre. Pour les mitrailleuses, toujours utilisées en tir direct — et dont le calibre va aujourd'hui jusqu'à 20 mm., — on fait de plus en plus appel au jumelage de ces engins, afin d'obtenir le maximum de densité de feu sur des zones de plus en plus étendues. En ce qui concerne les canons antiaériens, dont les calibres varient de 25 mm à 105 mm, on se heurte, là encore, à certaines difficultés, mais d'ordre différent : tout d'abord, le champ de tir doit être aussi vaste que possible, tant pour le sens vertical que pour le sens horizontal ; en outre, la vitesse de pointage prend ici une importance considérable, puisqu'il s'agit de tir contre des objectifs fugitifs ; enfin, il faut que ce tir soit effectué à cadence rapide en dépit du poids des projectiles. Ces projectiles, du reste, font l'objet de perfectionnements appréciables à la suite de patientes et délicates études, notamment pour obtenir une grande précision dans le fonctionnement de la fusée (fusées extra-sensibles, etc.). Aujourd'hui, la construction mécanique, si rigoureuse et si impeccable, a permis de résoudre ces problèmes pour aboutir à la création d'appareils de pointage un peu compliqués certes, mais permettant de diriger automatiquement le tir des pièces d'une batterie antiaérienne moderne. Ces chefs-d'œuvre de la mécanique de précision moderne ont considérablement modifié l'outillage du combat.

PARALLÈLEMENT au développement de l'aviation, la Grande Guerre a vu naître et croître les armes destinées à combattre les avions. Le tir sur les objectifs aériens est beaucoup plus ancien que l'avion. C'est à la bataille de Fleurus que les armées ont fait, pour la première fois, usage de ballons captifs : à cette même bataille, les artilleurs autrichiens ont tiré sur le ballon, au moment où celui-ci s'élevait dans les airs. Pendant la guerre de 1870, les communications entre Paris assiégé et le Gouvernement de la Défense nationale en province se sont effectuées par ballons montés. Le maréchal de Moltke avait commandé à Krupp et fait venir à Versailles un *mousquet à ballons*, destiné à tirer sur les ballons, pour tenter de les détruire. C'était un canon de petit calibre pouvant tourner dans toutes

les directions et pouvant prendre toutes les inclinaisons. Un léger chariot à quatre roues, traîné par deux chevaux, portait l'engin. Ce mousquet à ballons peut être considéré comme l'ancêtre des canons contre avions modernes.

Les différentes sortes d'armes antiaériennes

Les armes antiaériennes n'ont qu'une seule catégorie d'objectifs : les avions, puisque les dirigeables ont à peu près totalement disparu des champs de bataille.

Les habitudes de marche des avions varient peu. Fondés avant tout sur la vitesse, obligés de se mouvoir pour se soutenir, les avions paraissent asservis à des règles de marche assez rigides. On observe cependant deux catégories d'avions, qui se distinguent par des habitudes assez différentes,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 219, page 175.

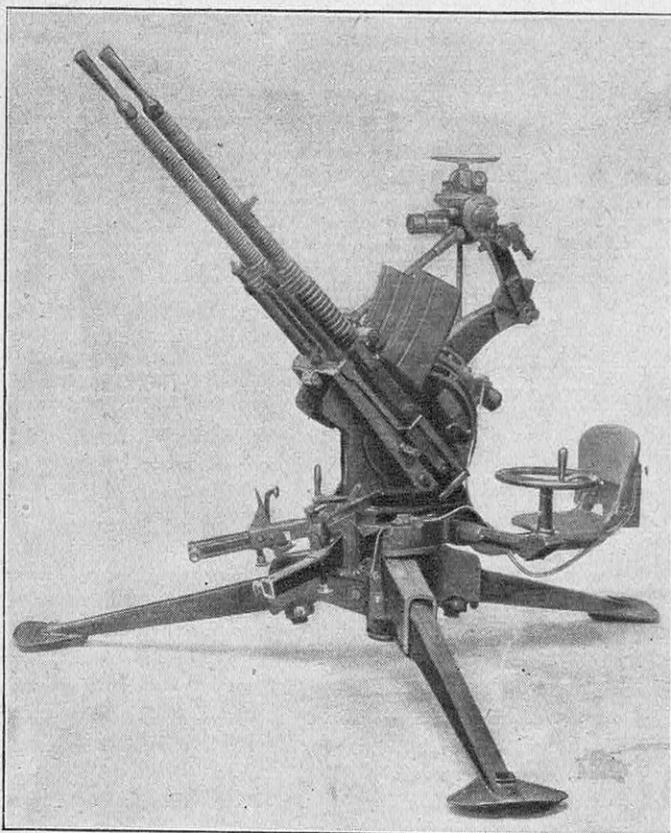


FIG. 1. — JUMELAGE DE DEUX MITRAILLEUSES « HOTCHKISS » DU CALIBRE DE 13,2 MM MONTÉES SUR AFFUT-TRÉPIED TYPE « R 3 b »

Ces mitrailleuses tirent ensemble ou séparément à la cadence de 450 coups par minute et par arme, jusqu'à une altitude de 3 000 m, des balles de 52 g à la vitesse initiale de 800 m/s. Le poids de l'ensemble est de 375 kg. En haut, à droite, l'appareil donnant les corrections de tir. Il existe aussi des affûts à quatre mitrailleuses.

Les avions qui évoluent aux hautes et aux moyennes altitudes — c'est-à-dire au-dessus de 1 000 ou 1 500 mètres, pour quelque mission que ce soit, reconnaissance, observation ou bombardement, sauf cependant la chasse — suivent, en général, de grandes lignes droites ou décrivent de grandes courbes régulières.

Les avions de chasse et les avions évoluant au-dessous de 1 000 mètres ont des habitudes moins réglées. Les avions de chasse utilisent surtout leur

qualité essentielle, la maniabilité, pour se livrer à des évolutions rapides : ils ont, en général, peu à craindre du tir provenant des armes terrestres. Les avions naviguant au-dessous de 1 000 mètres, et qui sont assez souvent des avions d'accompagnement de l'infanterie, essaient de compenser leur grande vulnérabilité, due à leur faible altitude et à leur proximité des armes terrestres, par une marche irrégulière.

D'après cette classification, on est conduit à envisager deux catégories d'armes :

1° Des canons antiaériens, destinés à la police des hautes altitudes, c'est-à-dire des altitudes supérieures à 1 000 ou 1 500 mètres ;

2° Des armes antiaériennes, canons de petit calibre ou mitrailleuses destinées à la police des faibles altitudes.

Ces deux zones, limitées un peu arbitrairement, ne sont pas séparées de façon absolue : elles doivent se recouvrir. Pour cela, la zone basse sera étendue jusqu'à 2 000 ou 2 500 mètres, car

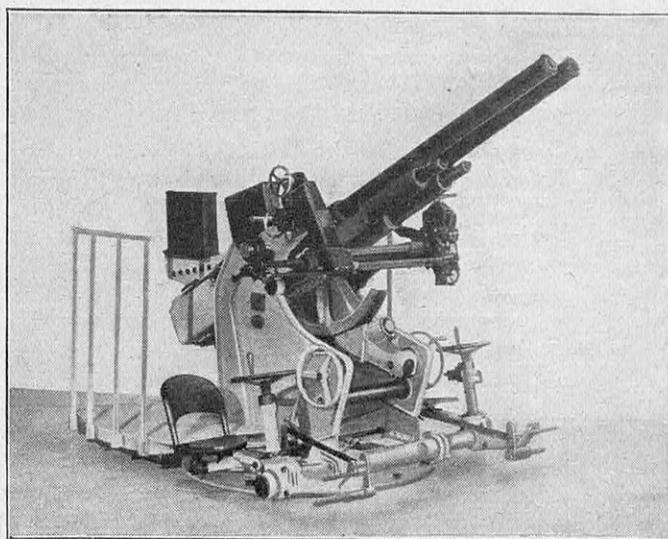


FIG. 2. — JUMELAGE DE DEUX MITRAILLEUSES « HOTCHKISS » DE 37 MM SUR AFFUT FIXE

Ces mitrailleuses tirent un projectile explosif à fusée extra sensible de 625 g à la vitesse initiale de 875 m/s et à la cadence de 110 coups par minute et par arme. L'ensemble pèse 1 700 kg et est servi par six hommes. Les chargeurs sont de 6 cartouches.

il n'est pas possible, pour des raisons de difficulté du tir ou pour des raisons de sécurité des troupes amies, d'étendre jusqu'au sol la zone efficace de tir des canons antiaériens proprement dits.

Les conditions mécaniques que doit remplir le canon antiaérien

Le champ de tir

L'avion est, avant tout, un objectif très mobile. C'est cette *mobilité* qui va dominer les caractéristiques des armes antiaériennes.

L'avion peut occuper une position quelconque par rapport à l'arme antiaérienne : il importe que l'arme ait des *champs de tir* complets. L'inclinaison du canon sur le plan horizontal doit pouvoir être totale : il est même utile que l'inclinaison aille de -10° à $+90^{\circ}$. Cette propriété de l'arme antiaérienne n'est qu'une amplification faible du champ de tir des canons terrestres, qui peuvent tirer de 0° à 30° ; certains même (les mortiers) de 0° à 65° (1). Au

(1) Pour que le chargement reste facile à tous les angles, les tourillons sont reportés au voisinage de la culasse pour que celle-ci soit maintenue à peu près à la même hauteur. Un équilibreur est chargé de maintenir le canon en équilibre dans

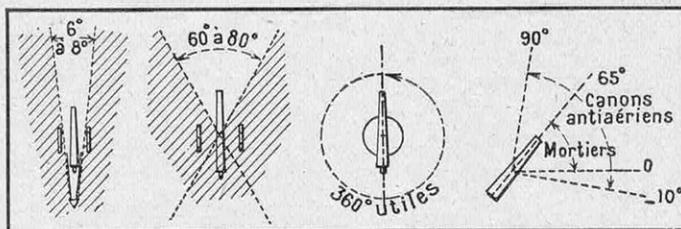


FIG. 3. — LES CHAMPS DE TIR HORIZONTAUX ET VERTICAUX DE DIVERS MATÉRIELS D'ARTILLERIE

A gauche : champ de tir en direction d'un canon terrestre ordinaire, d'un canon terrestre à flèche ouvrante et d'un canon antiaérien. A droite : divers champs de tir verticaux.

petits champs de tir en direction, atteignant rarement 8° . Dans les solutions modernes, pour les canons à flèche ouvrante, les champs de tir en direction atteignent 60° et même quelquefois 90° (fig. 3). Le champ de tir de 360° apporte un bouleversement complet de l'organisation du matériel, qui doit posséder un axe vertical (2).

Il est remarquable que certains progrès de l'artillerie se soient fait attendre pendant des siècles. L'invention de la poudre est très ancienne, et c'est au XIII^e siècle seulement qu'elle a trouvé son application aux armes. C'est au XV^e siècle que le canon a gagné son axe horizontal, ses tourillons, qui lui ont permis d'être pointé en hauteur presque instantanément. Le pointage en direction est resté longtemps lent

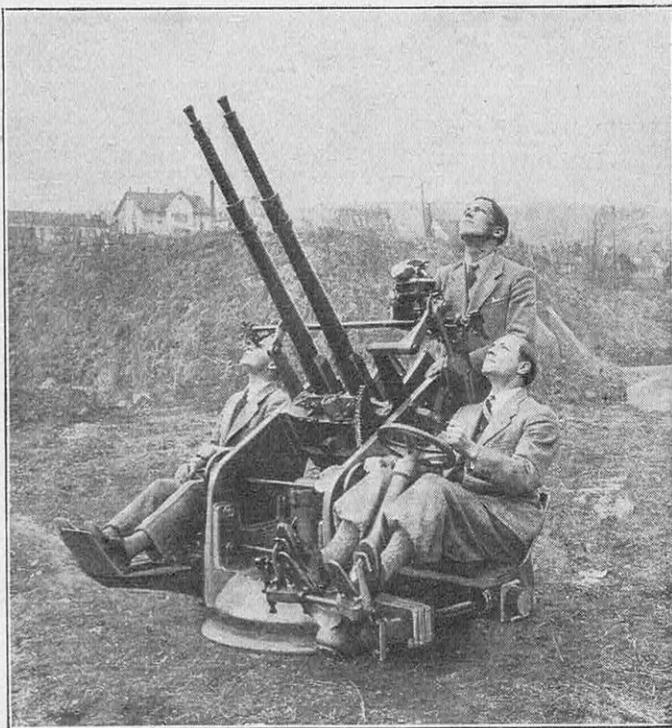


FIG. 4. — MITRAILLEUSE « OERLIKON » DE 20 MM

Fixée sur affût à pivot pouvant être montée sur auto ou sur bateau, cette mitrailleuse peut tirer sur des objectifs terrestres ou aériens à la cadence de 280 coups par minute. Elle est servie par trois hommes : un pointeur en direction, un pointeur en hauteur, un régleur-tireur. Le chargement se fait par mouvement à baïonnette. Le poids total est de 200 kg.

toutes ses positions, faute de quoi le pointage serait impossible.

(2) Cet axe peut être réel, comme dans les pièces à pivot. Il peut aussi être fictif, et alors le centrage de la tourelle et sa rotation sont réalisés ou facilités à l'aide de galets.

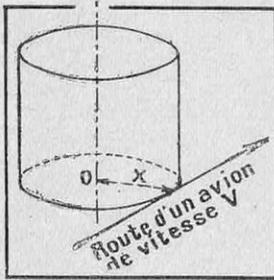


FIG. 5. - UN CANON INSTALLÉ EN O NE PEUT ATTEINDRE UN AVION A L'INTÉRIEUR DU CYLINDRE « MORT »

Un avion de vitesse V , passant à une distance x , ne peut être atteint si le quotient de V par x est supérieur à la vitesse angulaire maximum qu'il est possible d'imprimer au canon en direction. Le cylindre limite est le cylindre « mort » dont le rayon varie avec la vitesse de l'avion.

et pénible, nécessitant les manœuvres de force les plus dures. Les artifices du petit affût se déplaçant par rapport à un affût fixé au sol et du coulissement sur l'essieu n'ont apporté que des palliatifs. La flèche ouvrante a procuré le champ de tir de 60° . Ce n'est qu'au xx^e siècle, avec le tir contre avions, que le canon a gagné son véritable axe vertical. L'arme est ainsi devenue un ensemble parfaitement équilibré, dans lequel le pointage en direction et le pointage en hauteur sont également faciles.

La vitesse de pointage

La grandeur totale des champs de tir ne suffit pas. Un canon invariablement fixé en direction à un véhicule monté sur chenilles est un canon à champ de tir complet en direction, ou, comme on dit « tous azimuts » ; une telle arme est cependant incapable de tirer contre avions, parce qu'il lui manque les vitesses de pointage suffisantes. La vitesse de pointage est la deuxième qualité mécanique essentielle de l'arme antiaérienne. Quel que soit le mode de transmission méca-

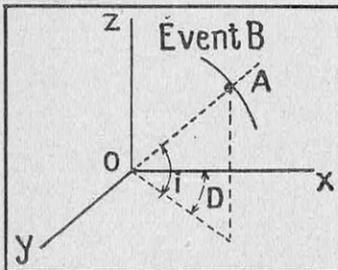


FIG. 6. — LES DONNÉES DU TIR DANS LE CAS DU TIR INDIRECT

On doit indiquer au canon : une direction D par rapport à une direction fixe OX , une inclinaison i et un évent B correspondant à la position du point A .

nique, le pointage d'un canon résulte d'un effort transmis par une manivelle mue par un servant. Dans les canons de campagne, un tour de manivelle communique au canon un déplacement angulaire de l'ordre de $1/8^e$ de degré environ ; un

déplacement de cet ordre est insuffisant pour permettre le pointage contre un avion : les manivelles des armes antiaériennes doivent donner au canon, par tour de manivelle, un déplacement angulaire de l'ordre de 1 degré. Si les mouvements sont doux, le servant pourra faire trois tours de manivelle par seconde, soit au canon un déplacement angulaire voisin de 3 degrés ou de 50 millièmes environ (l'angle de 1 millième est égal à la $6\ 400^e$ partie de la circonférence). Si un avion se déplace latéralement devant l'arme avec une vitesse linéaire de 300 kilomètres à l'heure, soit environ 80 mètres par seconde, l'arme ne pourra suivre l'avion en direction que si la distance horizontale de l'avion est supérieure à $1\ 600$ mètres (fig. 5). Dans tout l'espace situé à l'intérieur du cylindre vertical, centré sur l'arme et ayant $1\ 600$ mètres de rayon, la vitesse de l'arme en direction ne lui permet pas de suivre l'avion. Cet espace est appelé « cylindre mort ». Le rayon du cylindre mort est fonction de la vitesse de l'avion et croît avec celle-ci.

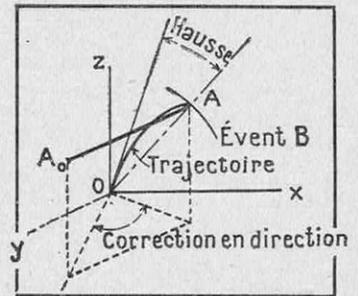


FIG. 7. — LES DONNÉES DU TIR DANS LE CAS DU TIR DIRECT

On doit calculer, par rapport à l'avion, des corrections de direction, de site, une hausse et un évent B . (A_0 , avion au moment du départ du coup ; A , avion au moment de l'arrivée de l'obus.)

Le rayon du cylindre mort est fonction de la vitesse de l'avion et croît avec celle-ci.

La cadence du tir

L'arme doit encore débiter de grandes quantités de munitions : la cadence de tir, chiffrée par le nombre de coups que le matériel peut tirer à la minute, doit être très élevée. Les avions modernes sont de véritables bolides, qui restent très peu de temps dans le rayon d'action des armes destinées à les combattre. Il importe que ce temps soit employé avec le meilleur rendement, et, par conséquent que la cadence de tir soit élevée. Les canons antiaériens de la Grande Guerre tiraient 15 coups à la minute. Certains canons modernes auraient dépassé cette vitesse. Pendant les deux minutes que dure en moyenne un tir contre avions, l'arme antiaérienne tirera par rafales de courte durée, pendant lesquelles l'arme

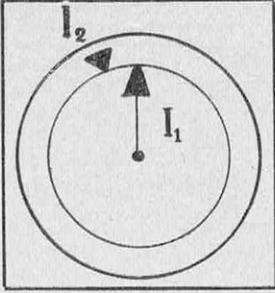


FIG. 8. — SCHEMA D'UN CADRAN DE TÉLÉAFFICHAGE

L'index I_1 est mû à distance par l'appareil directeur du tir, à l'aide d'une transmission électrique. Le pointeur maintient l'index I_2 , solidaire de la pièce, en face de I_1 .

sera utilisée à la cadence maximum.

La cadence du tir est augmentée par des dispositions diverses : culasses automatiques qui se ferment seules quand la cartouche est chargée ; mises de feu automatiques qui se produisent seules quand la culasse est fermée ; ouverture automatique de la culasse après le départ du coup ; etc.

Le pointage

Les organes de pointage doivent être organisés de façon toute spéciale. Leur organisation dépend d'ailleurs de la manière dont les canons sont équipés pour le tir. Certains canons, équipés pour le tir indirect, reçoivent d'un appareil extérieur les trois éléments nécessaires au tir, c'est-à-dire une direction, une inclinaison et un évent (l'évent est la graduation de la fusée). Ces éléments sont reportés sur des graduations dont les origines (division zéro de la graduation) ont été au préalable réglées par une mise en station (fig. 6). Les matériels équipés seulement pour le tir indirect sont donc très simples, puisqu'ils ne comportent que trois graduations. Le pointage consiste à inscrire les trois éléments sur trois graduations, sans se préoccuper de l'avion.

Beaucoup plus compliqués sont les matériels équipés pour le tir direct. Ceux-là

sont pointés sur l'avion.

Ils comportent donc une lunette, souvent même deux lunettes, afin de diviser une tâche très compliquée entre un pointeur en direction et un pointeur en hauteur

(fig. 7). Ils comportent des appareils compliqués, qui sont de véritables machines à calculer, destinés à déterminer les corrections en direction et en hauteur dues au mouvement du but. Il leur faut encore une hausse spéciale, toute différente des hausses terrestres où l'angle d'inclinaison du canon ne dépend que de la portée, alors que la hausse antiaérienne dépend des coordonnées de l'avion dans le plan vertical de tir, et par conséquent de deux coordonnées.

Les transmissions des éléments du tir aux pièces, dans le cas du tir indirect, peuvent être faites de plusieurs façons. La plus simple est la transmission téléphonique. Une transmission plus compliquée à organiser, mais qui aboutit à un service plus simple, est la

transmission par téléaffichage (fig. 8). Un index — celui des directions, par exemple — est mû de loin par l'appareil directeur devant les yeux du pointeur en direction. Celui-ci peut déplacer la pièce en direction à l'aide du volant de pointage, qui meut en même temps un deuxième index lié à la pièce. Les mécanismes sont organisés de telle façon que

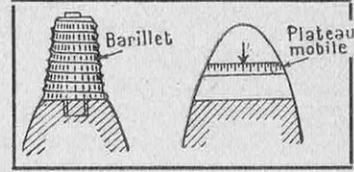


FIG. 9. — LES DEUX TYPES CLASSIQUES DE FUSÉES D'ARTILLERIE

A gauche, dessin de la fusée à barillet avec une graduation d'évent. A droite, la fusée à plateau mobile sur lequel est inscrite la graduation.

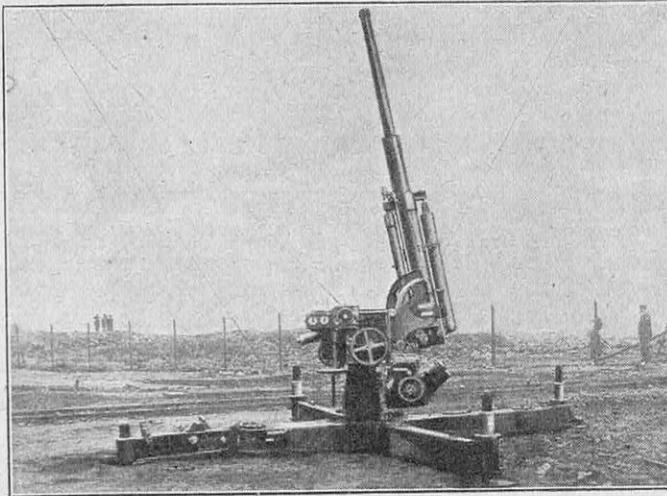


FIG. 10. — CANON ANTIAÉRIEN « ANSALDO » DE 75/46

Ce canon de calibre 75 mm, tirant un projectile de 6,5 kg à la vitesse initiale de 800 m/s, a une portée horizontale de 15 000 m et verticale de 10 000 m. Champ de tir horizontal de 360° et vertical de -20° à $+90^\circ$. La stabilité est obtenue par l'affût en croix ancré au sol. Le tube est autofretté, avec chemises amovibles ; la culasse est automatique.

la pièce est pointée quand le deuxième index est en face du premier. C'est le système dit du *placement sans lecture*. Un dernier stade, entièrement automatique, est réalisé par le télépointage, où le servant est supprimé. L'appareil directeur commande électriquement le mouvement de la pièce. Cette disposition demande un véritable transport de force; elle n'est possible que dans les installations fixes.

L'obus contre avion et son organe le plus délicat : la fusée

La *munition* a une importance considérable, puisque c'est l'obus qui est, à proprement parler, chargé d'exécuter le travail demandé : la destruction de l'avion ennemi. Son efficacité doit être maximum. L'efficacité d'un obus est mesurée par le volume qu'il rend dangereux en explosant. Pour certains, la fragmentation est préparée afin que les éclats aient des formes mieux définies et conservent plus longtemps leur vitesse. Les obus les plus efficaces sont

des obus en acier à grande capacité, c'est-à-dire pour lesquels la proportion du poids de l'explosif par rapport au poids total de l'obus atteint 20 ou 25 %. Cette condition n'est pas isolée : elle se heurte à d'autres exigences contradictoires. Le facteur de rendement d'un coup isolé est proportionnel en gros à la capacité en explosif, mais il diminue lorsque augmente la durée de trajet du projectile. Pour avoir des durées de trajet faibles, on dispose de deux moyens : donner au projectile une vitesse initiale élevée, dessiner le projectile avec des formes carénées, afin qu'il conserve le mieux possible cette vitesse initiale. Les deux mesures aboutissent au même résultat : la capacité en explosif sera diminuée. En augmentant indéfiniment la vitesse initiale, il arrivera un moment où

l'obus sera plein. On conçoit, en effet, que, pour résister à des pressions dans l'âme croissantes, il faut des épaisseurs d'acier de plus en plus grandes. Le compromis est à établir entre deux termes antagonistes concernant : l'un, la durée de trajet, l'autre, la teneur du projectile en explosif.

La cadence réagit également sur l'organisation de la munition. Pour ces matériels à tir rapide, il ne peut être question de charger séparément l'obus, puis la charge de poudre, puis de placer une étoupille, avant de mettre le feu. La munition de l'arme antiaérienne sera *encartouchée* : l'obus sera

serti sur une douille contenant la charge et une amorce. Pour que cette munition puisse être chargée à bras facilement à tous les angles, y compris à la verticale, on admet que le poids total de la cartouche ne doit pas dépasser 15 kilogrammes : avec les vitesses initiales couramment pratiquées aujourd'hui dans le tir contre avions, soit de 700 à 800 m/s, cela limite prati-

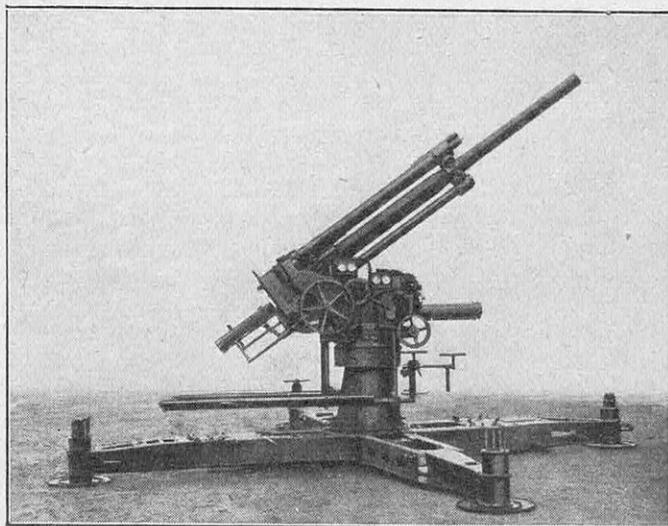


FIG. 11. — CANON ANTIAÉRIEN «BOFORS» DE 105 MM
Poids du projectile, 16 kg ; vitesse initiale, 750 m/s ; portée horizontale, 16 000 m ; verticale, 10 000 m ; champ de tir horizontal, 360° ; vertical, 85°. Affût en croix ancré au sol. Poids en batterie, 6,2 tonnes ; en position de route, 7,8 tonnes.

quement le calibre à 85 ou 88 mm. Le poids de la cartouche peut être augmenté si le matériel comporte un dispositif de chargement automatique ; il faut encore, dans ce cas, que la cartouche reste facile à manipuler, pour être transportée depuis l'endroit où elle est engerbée jusqu'au dispositif de chargement. On admet que le poids maximum à ne pas dépasser est dans ce cas de 25 kilogrammes. Avec les vitesses initiales courantes en tir contre avions, cela limite le calibre à 105 mm.

La *fusée* est une partie essentielle et délicate de la munition (fig. 9). Les fusées terrestres à barillet peuvent être utilisées dans ce tir spécial. Il arrive cependant que certaines fusées de ce type se comportent mal aux hautes altitudes. Leur débouchage prend

du temps. Les fusées à plateau sont d'une manœuvre plus facile : la mise à l'évent consiste simplement à décaler un plateau mobile, manœuvre mécanique plus simple que de percer un tube à pulvérin. Autre avantage : la manœuvre du plateau n'est jamais définitive, et peut toujours être modifiée tant que la cartouche n'est pas tirée. Quand une fusée à barillet est percée, l'évent ne peut plus être modifié, au moins dans le sens de l'augmentation. Ces deux types de fusée utilisent la combustion de pulvérin enroulé

envisager, les fusées doivent être très sensibles et fonctionner au contact d'un obstacle très léger, fût-ce même une toile d'avion.

Les fusées doivent être débouchées quelque temps avant le départ du coup : le temps nécessaire à cette opération s'appelle le « temps mort » de débouchage et de chargement. Les appareils tiennent compte de ce temps mort, mais sa réduction n'en est pas moins un des buts des constructeurs. On a été jusqu'à le supprimer totalement par un procédé de débouchage qui inscrit

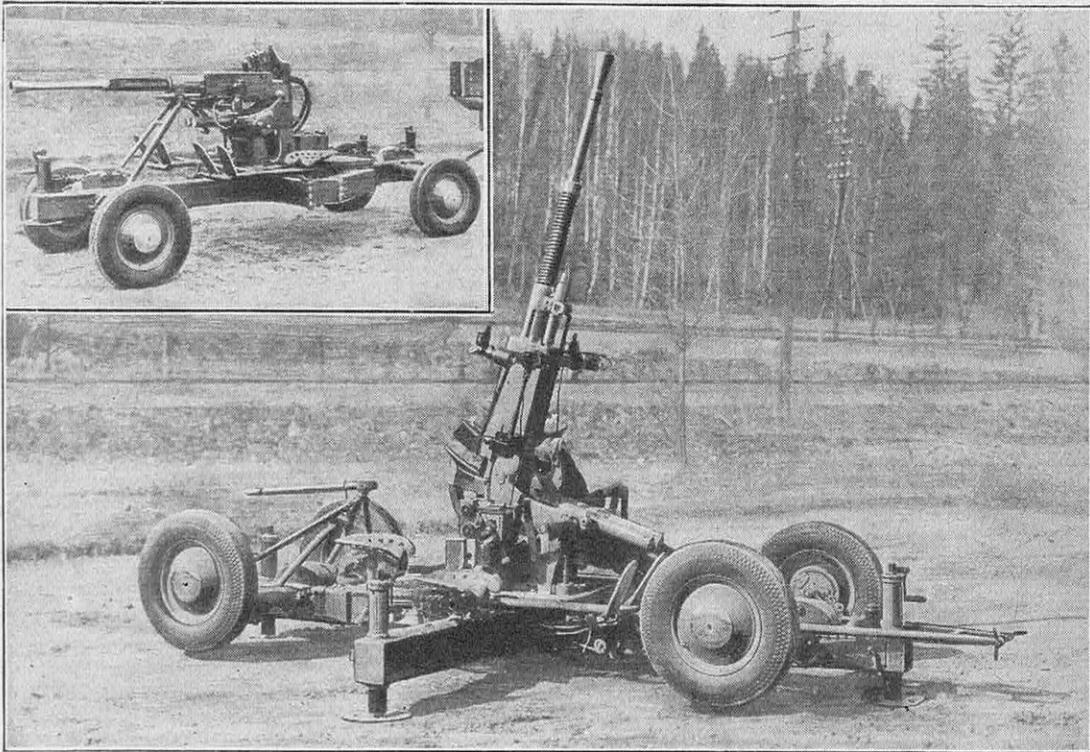


FIG. 12. — CANON AUTOMATIQUE DE CAMPAGNE SUÉDOIS « BOFORS » DE 25 MM

autour d'un barillet pour les premières, disposé dans deux plateaux accolés pour les secondes. Les deux types sont assez sensibles aux éléments atmosphériques. On a cherché à réaliser des fusées absolument indépendantes des conditions atmosphériques. Les fusées mécaniques, à mouvement d'horlogerie, sont de véritables montres. Le problème de leur conservation est des plus délicats, car ces montres restent au repos pendant un temps très long : au départ du coup, brusquement déclenchées, elles doivent démarrer instantanément et mesurer un temps très court, de l'ordre de 15 à 30 secondes, avec une très grande précision. Dans les petits calibres, où seul le tir percutant est à

l'évent sur la fusée, dans l'âme même du canon, après le chargement de l'obus.

Comment se déplace le matériel antiaérien

Le mode de transport du matériel a donné lieu à des réalisations très nouvelles par rapport à celles qui étaient utilisées dans le tir à terre.

Certains canons sont automoteurs, le moteur faisant partie intégrante du canon. Cette solution a pour avantage d'augmenter la stabilité au tir, puisque le poids même du moteur y contribue. Cet avantage comporte la contre-partie d'immobiliser le canon pour chaque panne du moteur. Les maté-

riels remorqués n'ont pas ce dernier désavantage : il suffit de changer le tracteur quand celui-ci est en panne. Le matériel remorqué est moins stable au tir, puisque le moteur ne contribue pas à la stabilité. Le canon automoteur a un autre désavantage : il s'accompagne, en général, d'un angle mort assez important, dans la direction duquel le canon ne peut tirer.

Certains matériels gardent leurs roues

diminuer le cylindre mort. Ces armes, canons ou mitrailleuses, ne sont organisées que pour le tir percutant, parce qu'il n'est pas possible d'organiser des fusées fusantes dans ces petits calibres. Leur légèreté relative permet d'augmenter la rapidité des vitesses de pointage, en vue de diminuer le cylindre mort. Pour augmenter la cadence, les munitions sont engerbées en chargeurs ou en bandes souples.

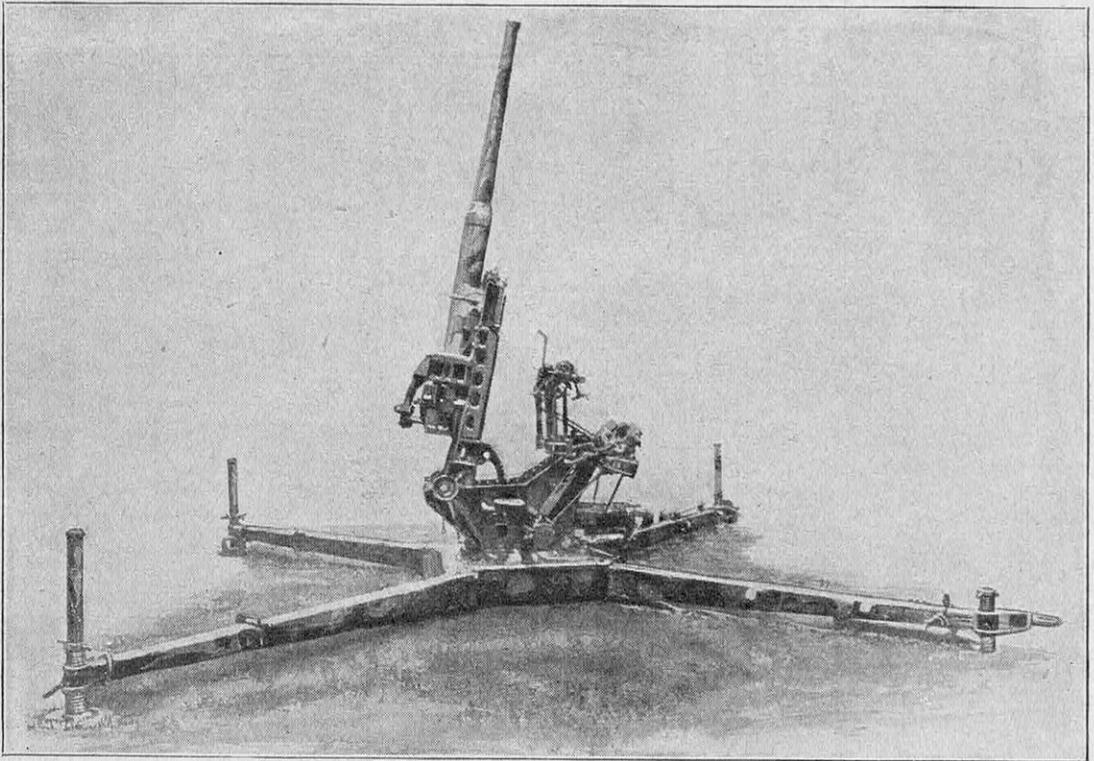


FIG. 13. — CANON ANTIAÉRIEN ANGLAIS « VICKERS » DE 75 MM

La portée de ce canon est de 14 000 m dans le sens horizontal et de 9 000 m dans le sens vertical. La cadence de tir est de 25 coups à la minute. Vitesse initiale des projectiles, 720 m/s. Le champ de tir horizontal est de 360°; vertical de 90°. La culasse de l'arme est à fonctionnement automatique ou manuel. La stabilité au tir est assurée par l'affût en croix ancré au sol.

au tir, ce qui a pour effet de les surélever. D'autres suppriment les roues : des flèches destinées à assurer la stabilité sont déployées au moment de la mise en batterie, pour obtenir l'Y ou la croix d'arc-boutement sur le sol. Certaines flèches sont articulées à demeure sur le matériel, d'autres sont amovibles et ajoutées au moment voulu.

Les mitrailleuses et les canons de petit calibre anti-aériens

Les armes de petit calibre se distinguent des canons par des dispositions ayant pour but d'augmenter la cadence du tir et de

Toutes les armes de petit calibre sont tirées en tir direct, car les avions bas, aux évolutions rapides et irrégulières, ne se prêtent pas à la centralisation exigée par le tir indirect. Sur cette catégorie d'engins aériens, le tir ne peut pas être « taylorisé », comme il l'est sur les avions hauts. L'irrégularité de la marche, la précarité des mesures d'altitudes et de vitesses, la rapidité des évolutions redonnent toute sa valeur à l'instinct du tireur. Ce genre de tir se rapproche beaucoup plus du tir au perdreau en battue que de la manœuvre de la pièce d'artillerie. C'est un travail individuel de

tireurs bien entraînés, non un jeu d'équipe.

Les chances d'atteinte étant malgré tout faibles, on a cherché à les augmenter par l'emploi d'armes multiples, envoyant en même temps plusieurs projectiles et créant en l'air des zones dangereuses très augmentées.

L'organisation de ces types de matériels se heurte à d'assez grandes difficultés : elle n'a, jusqu'ici, reçu de solutions vérita-

caine 18. En 1918, il aurait fallu, en moyenne, 7 000 coups de canon à l'artillerie française pour abattre un avion ; 5 040 à l'artillerie allemande et 4 550 seulement à l'artillerie britannique.

On peut dire cependant qu'en France, en 1918, le meilleur matériel antiaérien en service, l'auto-canon, a abattu en moyenne un avion par 3 200 coups.

Un renseignement intéressant est donné

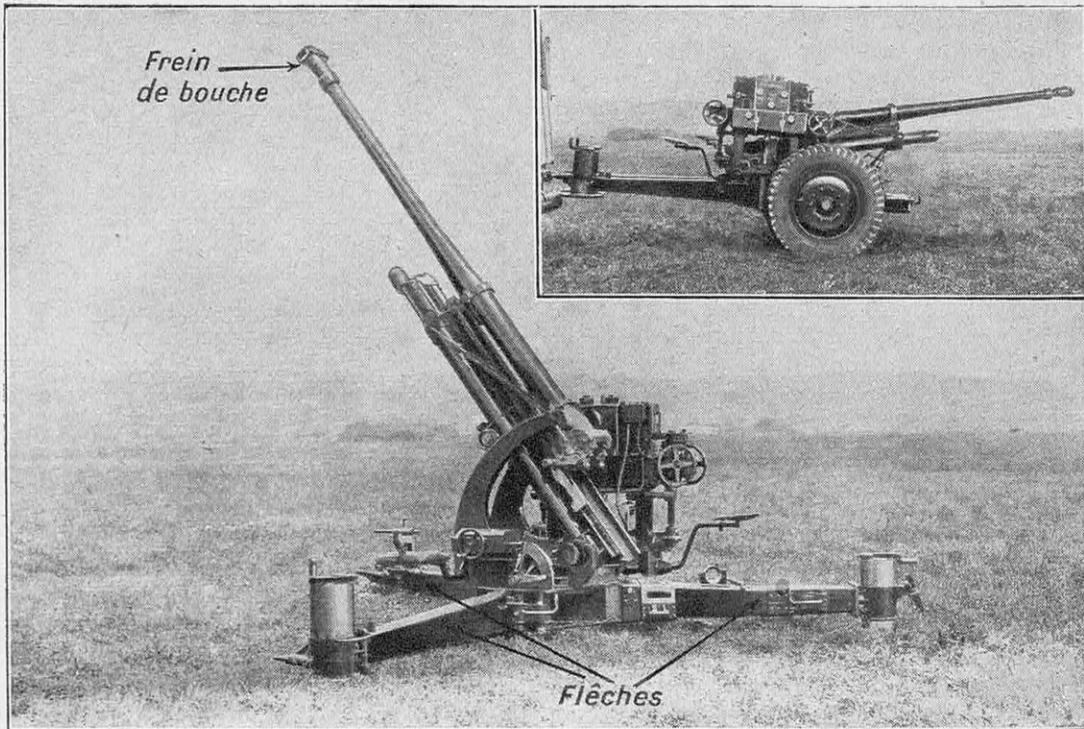


FIG. 14. — CANON ANTIAÉRIEN « SCHNEIDER » DE 75 MM

Poids du projectile, 6,5 kg ; vitesse initiale, 750 m/s. Poids en batterie, 2,8 tonnes ; en ordre de route, 3,6 tonnes. Les équilibreurs sont situés dans les deux tubes au-dessous du châssis. L'appareil de correction de tir, visible surtout dans la position de route, a été entièrement séparé du canon.

blement satisfaisantes que pour les armes automatiques de très petit calibre.

Le tir contre avions est-il efficace ?

Les statistiques de la guerre de 1914 indiquent les nombres d'avions abattus qui ont été attribués à l'artillerie antiaérienne, et le nombre moyen de coups de canon nécessaires pour abattre un avion. Ces chiffres sont donnés sous réserve, car les statistiques des différentes armées ont certainement été établies dans les divers pays suivant des règles très différentes.

C'est ainsi que l'artillerie française aurait abattu 400 appareils, l'allemande 1 588, la britannique 341, l'italienne 129 et l'améri-

par le rapport du nombre de canons antiaériens en service par avion abattu. Ce nombre est de 3,6 en France, en 1918. En Allemagne, en 1917, il est de 4,1 ; en 1918, de 3,4. Ces chiffres sont comparables, malgré des divergences certaines dans l'établissement des statistiques.

Depuis 1918, l'artillerie antiaérienne a fait des progrès certains. Il est probable que l'aviation en a fait davantage. La vitesse des avions a doublé : or, nous avons vu que cette vitesse est la grande ennemie de l'efficacité du tir antiaérien. Par conséquent, on peut raisonnablement croire que les pourcentages d'avions abattus ne seraient pas, aujourd'hui, supérieurs à ceux de 1918.

Le canon antiaérien est d'autant plus simple à servir que sa complication mécanique est plus grande

Le canon antiaérien, en tant que bouche à feu, ne se distingue pas des canons terrestres. Les munitions des canons antiaériens sont à peu près identiques aux munitions terrestres.

Les différences concernent tout ce qui, dans le canon, n'est pas la bouche à feu : affûts, appareils de pointage, systèmes de pointage. Causées par la mobilité des objectifs, — les avions étant de véritables bolides lancés dans l'air — ces modifications sont profondes. Elles ont une importance capitale, et on aurait tort de les considérer comme accessoires. Ces affûts compliqués, ces machines à calculer, ces dispositifs divers destinés à économiser le temps, sont la condition essentielle des tirs efficaces. Quand les canons sont munis de tous ces perfectionnements, leurs chances d'atteindre les avions, quoique faibles, sont maxima. Elles sont nulles, quand ils n'en sont pas munis. Compliquer le matériel, introduire sans cesse de nouveaux perfectionnements pour chasser les erreurs systématiques qui faussent le tir, telle est la ligne de conduite de l'artilleur antiaérien. Fléchier a dit de Turenne « qu'il n'abandonnait rien au hasard de ce qui peut être conduit par la vertu ». Transposée en langage moderne, cette devise paraît être celle du constructeur de canons antiaériens, qui ne « doit rien abandonner au hasard de ce qu'il peut lui enlever par le travail et la réflexion ». Matériels plus compliqués afin que leur service soit plus simple, tel est le résultat obtenu.

Ce résultat ressort bien davantage encore

dans l'étude des méthodes de tir antiaérien. La batterie apparaît alors comme un organisme dont toutes les opérations, « taylorisées » au maximum, sont rythmées par un appareil directeur, cerveau et chef d'orchestre de l'ensemble. La description de ces méthodes sort du cadre de cette étude : on y verrait des différences profondes avec les méthodes de l'artillerie de terre.

On y verrait également un résultat inattendu : c'est que l'artillerie de terre a beaucoup à apprendre des méthodes et des procédés de l'artillerie antiaérienne. Tout ce qui concerne le tir fusant, qui est le tir normal du canon antiaérien, peut être transposé au tir à terre. Les grands champs de tir en direction commencent à apparaître dans l'artillerie de terre : la nécessité de se défendre contre les engins blindés rapides exigera demain que tous les canons de l'artillerie légère soient « tous azimuts ». Les machines à calculer, préparant instantanément le tir sur les bolides du ciel, peuvent s'appliquer utilement à préparer les tirs terrestres. Les matériels terrestres à champs de tir complets, servis par les machines à calculer, permettront demain de concentrer les tirs de grandes masses d'artillerie sur des objectifs importants dans des délais infimes.

L'artillerie antiaérienne a ouvert la voie à des perfectionnements qui ne sont pas seulement de son domaine, et dont certains peuvent s'appliquer à l'artillerie de terre. Quelques matériels modernes de l'artillerie de terre en ont fait leur profit.

Tous ces perfectionnements procèdent d'une exploitation plus poussée des ressources du machinisme. L'âge de la machine a ouvert une époque nouvelle dans la science de l'artillerie.

PAUL VAUTHIER.

Dans nos campagnes notamment, la tarification électrique constitue un obstacle — insurmontable dans les conditions actuelles de vente du courant — au développement des applications pratiques de l'électricité. C'est pourquoi l'équipement électrique de nos habitations et exploitations rurales est quasi inexistant : le chauffage et la cuisine électriques, en particulier, constituent un « luxe » inaccessible parce que trop cher dans la presque totalité des agglomérations françaises. Même dans les grandes villes, Paris compris, il serait curieux de connaître les statistiques récentes montrant le pourcentage des « possédant » le chauffage et la cuisine électriques par rapport à la population et au nombre d'immeubles. La comparaison avec certains pays étrangers serait, dans ce domaine, véritablement humiliante.

COMMENT ON FABRIQUE UNE LAMPE MODERNE DE RADIOPHONIE

Par L.-D. FOURCAULT

Plus d'une centaine de modèles de lampes de radiophonie sont actuellement sur le marché. Cette multiplicité provient de la recherche du progrès, mais éloigne de plus en plus les constructeurs d'une standardisation qui serait pourtant souhaitable du point de vue du prix de revient. Nombreuses sont les lampes modernes adaptées à des fonctions multiples et dont les dispositifs intérieurs sont singulièrement compliqués, par suite de l'accroissement du nombre des électrodes qui conduit à avoir dix ou onze connexions sur une même lampe. Mais les progrès fondamentaux les plus récents intéressent les cathodes émettrices du flux d'électrons qu'utilisent les autres électrodes. Le tungstène thorié des lampes « micro » cède maintenant la place au nickel, recouvert d'oxydes de métaux alcalino-terreux, plus émissif, mais d'une réalisation plus délicate (les « cathodes anti-crépitanes » à filament spiralé — comme les plus récentes lampes d'éclairage (1) — permettent d'éliminer les bruits parasites provenant d'irrégularités de la surface émettrice). Enfin, grâce à un outillage de précision et à une technique bien étudiée, on parvient à réaliser maintenant des lampes d'encombrement réduit, bien que plus puissantes et moins fragiles, sans oublier, avec une qualité accrue, une augmentation appréciable de la durée de fonctionnement. C'est aussi pour réduire cet encombrement que nous viennent des Etats-Unis les tubes tout métal, dont nous allons parler ci-après. Ces petites lampes peu fragiles sont évidemment utiles pour certaine technique américaine qui monte jusqu'à douze ou quatorze lampes sur un poste récepteur, alors que les constructeurs européens n'utilisent que cinq ou six lampes, mais dont la qualité doit, par suite, être impeccable pour assurer un rendement supérieur.

LA technique et la présentation des postes radiorécepteurs ne paraissent pas présenter de variations bien sensibles cette année. Mais cela ne veut pas dire qu'il n'y a pas de progrès réalisés, et nous allons voir qu'en particulier les fabricants de lampes de T. S. F. continuent à apporter des perfectionnements intéressants à cet élément primordial de la radiophonie. L'examen de ces nouveaux détails intéresse d'autant plus les amateurs que l'intérieur des dites lampes devient plus invisible, les ampoules étant maintenant revêtues d'une couche métallique opaque, au point qu'il est difficile ou même impossible de voir si elles sont allumées.

L'usage a, en effet, démontré que cette « métallisation », facile à réaliser sur la face interne de l'ampoule, constitue un blindage très efficace de la lampe, remplaçant avantageusement le cylindre métallique dont la nécessité s'était révélée auparavant pour protéger la lampe contre les actions perturbatrices des circuits électriques voisins ou extérieurs. Comme, d'autre part, les modifications apportées au filament ont permis de ramener la température de fonctionne-

ment de celui-ci à moins de 1 000 degrés, ledit filament atteint à peine l'incandescence et, par conséquent, reste peu visible, même dans l'obscurité. L'amateur en a d'autant mieux pris son parti qu'il sait que, dans ce cas, la lumière ne sert à rien, mais constitue une dissipation d'énergie coûteuse et destructrice des lampes.

Les principes du fonctionnement des lampes réceptrices ont été exposés en détail ici (1). Rappelons seulement que l'effet constaté pour la première fois par Edison — le bombardement d'une « plaque » métallique par les électrons émis par un filament incandescent dans le vide, et leur contrôle par une grille polarisée — est toujours le phénomène fondamental utilisé. Sans doute, le nombre des organes internes s'est accru depuis la simple triode de la télégraphie militaire, ancêtre de toutes les lampes modernes. Celles-ci forment maintenant une famille d'une bonne centaine de modèles différents, construits suivant des spécifications quelquefois très analogues, mais par des fabricants que la recherche du progrès a jusqu'ici éloignés de la standardisation. Celle-ci ne peut d'ailleurs s'organiser qu'à

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 223, page 5.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 199, page 19.

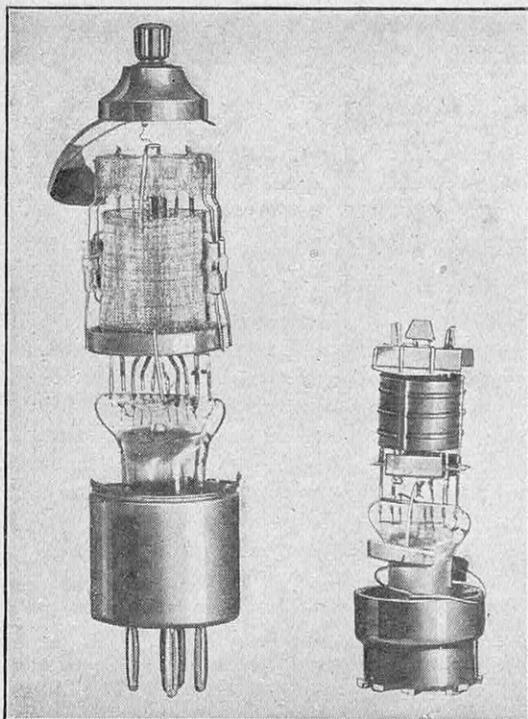


FIG. 1. — COMMENT LE PERFECTIONNEMENT DES MOYENS DE CONSTRUCTION A PERMIS DE RÉDUIRE L'ENCOMBREMENT D'UNE LAMPE DE RÉCEPTION

Les ampoules de verre ont été cassées pour montrer la similitude des organes internes ; les deux lampes E. 446 et A. F. 3, l'ancienne à broches et la nouvelle à culot standardisé, remplissent les mêmes fonctions. On voit que le gain réalisé est environ de moitié en encombrement et matières premières.

partir d'un stade de stabilité qui ne paraît pas encore atteint dans la science radiophonique.

De nombreux essais ont été entrepris, ces derniers temps, par les chercheurs de divers pays, pour s'affranchir notamment de la sujétion du chauffage de la cathode émettrice. En Allemagne et aux Etats-Unis, on poursuit l'étude de tubes à cathode froide, basés sur l'emploi de sels de métaux à émission électronique variable selon l'éclairement, comme dans les cellules photoélectriques déjà utilisées industriellement, et l'on est même arrivé à la lampe

sans filament. Mais il ne s'agit encore que d'essais de laboratoire et, pour le moment, les efforts des constructeurs se portent vers le perfectionnement des habituelles cathodes chauffées.

Pour les nouvelles lampes « tout métal », on se reportera à l'article spécial qui leur est consacré à la page 475 de ce numéro.

La fabrication des lampes de réception modernes nécessite d'ailleurs des machines de plus en plus complexes et perfectionnées, comme celles que montrent les photographies ci-jointes, prises dans une grande manufacture lyonnaise. Par exemple, ces ateliers sont entretenus ici dans un état de climatisation nécessitant des installations très importantes, car la fabrication des filaments et cathodes doit se faire dans une atmosphère constamment entretenue à la même température et siccité. On cite le cas assez typique de toute une fabrication d'une usine américaine qui dut être mise au rebut

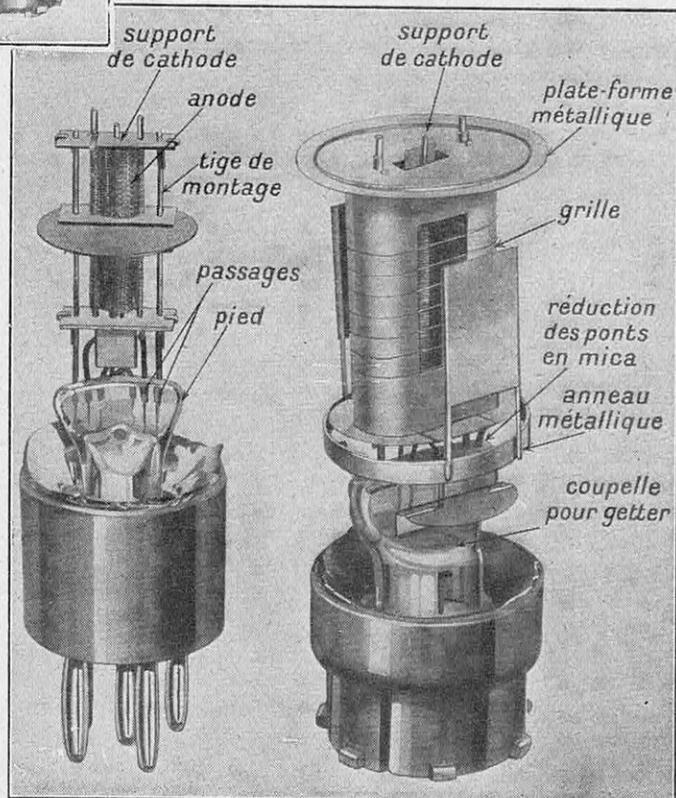


FIG. 2. — LES PRINCIPAUX ORGANES DE L'ANCIENNE LAMPE (A GAUCHE) ET DE LA NOUVELLE (A DROITE) On voit que le montage apparaît bien plus solide dans le nouveau modèle (à droite). Il faut remarquer que celui-ci n'est pas présenté à sa vraie grandeur comparative, montrée par la figure 1. On a agrandi ici la nouvelle lampe, afin seulement de rendre visible les détails de construction.

par suite de l'influence de récentes inondations sur l'état hygrométrique de l'atmosphère.

Les nouvelles cathodes à oxydes

Les lampes à chauffage direct du filament comportaient à l'origine un filament de tungstène porté à l'incandescence, tout comme dans une lampe d'éclairage, par le courant généralement fourni par un accumulateur. La puissance utilisable n'était que de quelques dixièmes de watt, avec une consommation de 7 dixièmes d'ampère. Un premier progrès important fut l'apparition des lampes à faible consommation, dites lampes « micro » ou « miniwatt », dans lesquelles la consommation fut réduite effectivement à 6 ou 7 centièmes d'ampère, soit dix fois moins. Ce résultat a été obtenu par

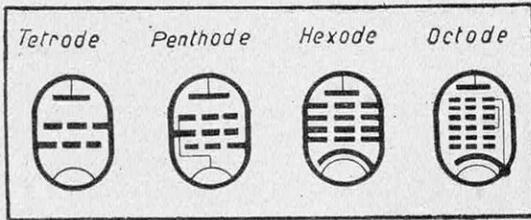


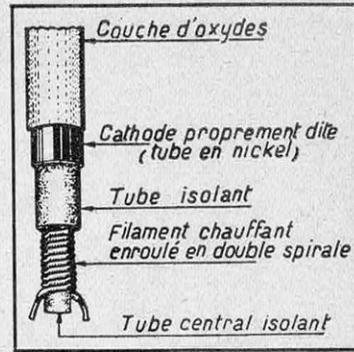
FIG. 3. — SCHEMAS DES PRINCIPAUX TYPES DE LAMPES DE RÉCEPTION, MONTRANT LA MULTIPLICITE DES ORGANES QUI SONT MAINTENANT PLACES DANS L'AMPOULE DE MODELE RÉDUIT, CE QUI N'A ÉTÉ POSSIBLE QUE PAR DES PROCÉDÉS DE FABRICATION DE PLUS EN PLUS PERFECTIONNÉS

l'emploi de filaments de *tungstène thorié*, c'est-à-dire contenant un léger revêtement de thorium. Ces lampes ont une plus longue durée que celles au tungstène pur ; mais, au bout d'un certain temps, elles cessent de fonctionner par suite de l'épuisement de la couche superficielle de thorium. On n'emploie d'ailleurs plus ce système que pour les lampes de forte puissance, dans les postes d'émission, et avec des filaments de gros diamètre qui assurent jusqu'à 6 000 heures de service.

Mais un progrès plus considérable est maintenant réalisé par l'emploi de *cathodes à oxydes*. Ce procédé, destiné à rendre le filament plus émissif, a été mis en œuvre il y a une dizaine d'années ; mais sa première réalisation, par badigeonnage du filament au moyen d'oxydes alcalino-terreux, ne donna que des résultats imparfaits, par suite du peu de régularité du dépôt ainsi constitué.

Ces métaux rares, notamment le baryum, possèdent, en effet, une remarquable fa-

FIG. 4. — COMMENT EST CONSTITUÉ UN FILAMENT DE LAMPE A CHAUFFAGE INDIRECT, POUR LAMPE TOUS COURANTS



Le tube isolant est représenté sur cette figure pour explication théorique, car, en pratique, il est maintenant supprimé, un intervalle restant ménagé entre le filament et la cathode.

culté d'émission électronique sous un chauffage, relativement faible, de 800 à 1 000° C. Mais il faut, pour cela, réaliser une composition donnant un équilibre physico-chimique de fonctionnement, entre l'oxyde et le métal, tendant vers la formation du métal. Si ce fonctionnement tend au contraire à la formation de l'oxyde, l'équilibre serait instable et la faculté d'émission régulière d'électrons disparaîtrait vite.

Cette difficulté a nécessité de nombreuses recherches de procédés de fabrication ; mais maintenant ceux-ci sont au point, ce qui a permis l'essor des lampes à chauffage indirect, d'où possibilité de construction des postes « tous courants », qui constituent le dernier mot de la réception radiophonique.

Pour obtenir une couche régulière et homogène d'oxydes sur les filaments, on fait subir à ceux-ci de multiples opérations de trempage, vaporisation, peinture, au moyen d'un carbonate de baryum dilué dans un liquide volatil laissant un

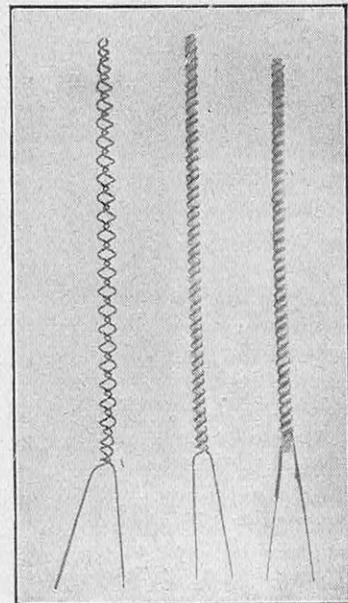
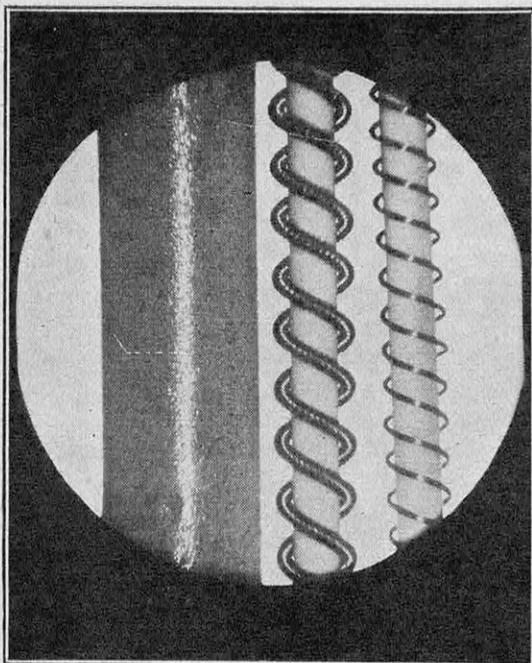


FIG. 5. — FILAMENTS SPIRALES ET A DOUBLE SPIRALE, EN FILS FINS DE TUNGSTÈNE OU DE MOLYBDÈNE



(Cliché Philips.)

FIG. 6. — VOICI, TRÈS GROSSIS : A GAUCHE, UNE CATHODE RECOUVERTE DE SA COUCHE D'OXYDES ; AU CENTRE, UN FILAMENT BISPIRALÉ ; A DROITE, UN FILAMENT SPIRALÉ

dépôt adhérent. Ce procédé permet de donner au filament, qui est maintenant le plus souvent en nickel, les formes les plus favorables pour réaliser des lampes de grande puissance, telles que les valves de redressement. Ainsi préparés, les filaments sont montés dans l'ampoule, et, lorsque le vide est fait, un premier chauffage à haute température transforme la couche de carbonate en oxyde. On conduit l'opération jusqu'à obtention de baryum libre, en équilibre avec son oxyde au moyen de réactions secondaires dans lesquelles intervient la composition métallique du filament.

Dans un autre procédé de fabrication, le baryum est introduit dans la lampe durant une opération de pompage, et vient se déposer sur le filament recouvert d'un oxyde réductible dans le vide.

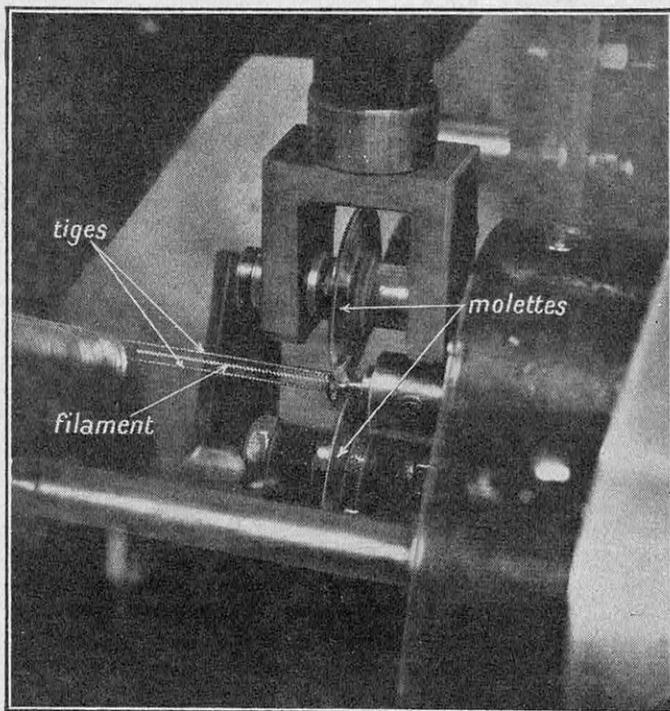
Suivant les diverses destinations des lampes, on a dû adapter le montage des cathodes ou filaments en des

formes variées répondant mieux aux caractéristiques à réaliser.

Le montage des filaments

C'est ainsi que, pour les lampes de réception de faible puissance, les filaments sont disposés en zig-zag, en V, en W ou en Z. Mais le filament doit toujours être fortement tendu et accroché, pour éviter des vibrations qui produisent un bruit microphonique désagréable. Dans les lampes de puissance à chauffage direct et les valves de redressement, le filament est en ruban ; mais, pour éviter le risque de courts-circuits entre les rubans et les électrodes voisines, on dispose leurs plans perpendiculairement à la surface des électrodes.

Dans les lampes à chauffage indirect, l'échauffement de la cathode émettrice est obtenu au moyen d'un filament séparé par un tube isolant, et qui est lui-même porté à l'incandescence par un courant pouvant alors être quelconque (continu ou alternatif). Le seul inconvénient de ce chauffage indirect est qu'il faut un petit moment pour que la chaleur se transmette, et que le fonctionnement de la lampe ne commence qu'après quelques secondes. Ce délai a, du reste,



(Cliché Visseaux.)

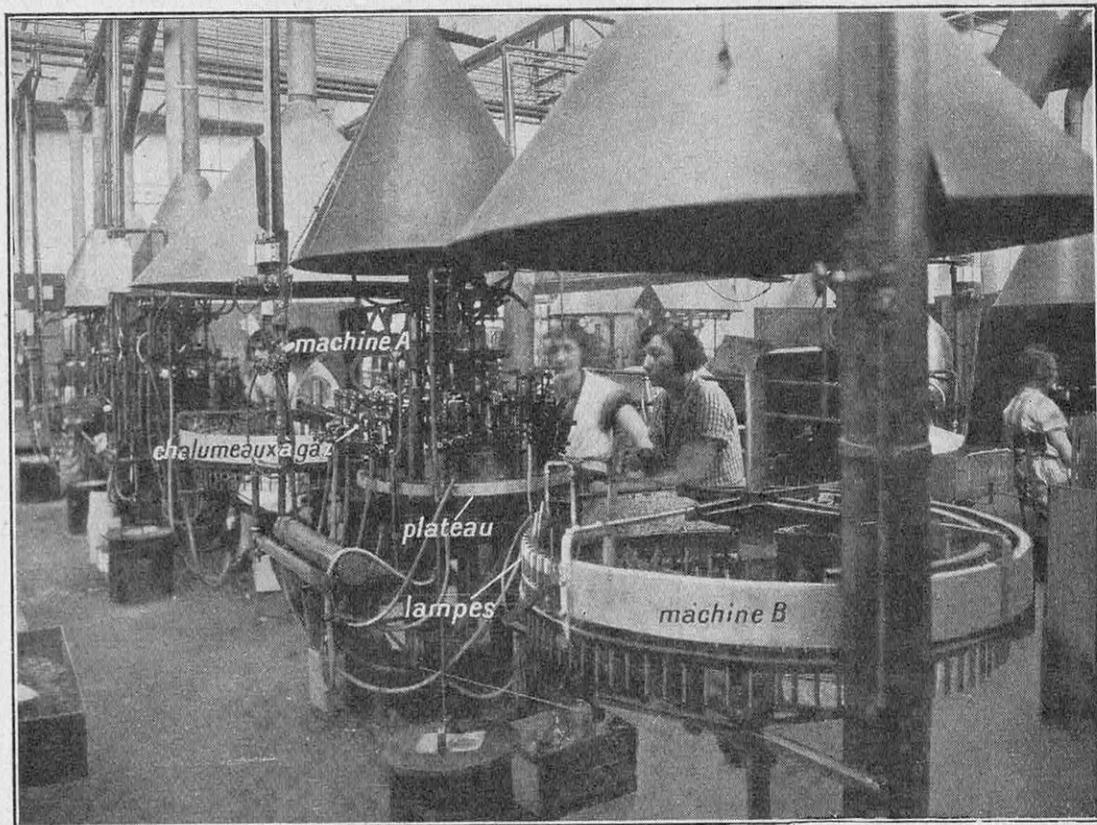
FIG. 7. — CETTE MACHINE EST UTILISÉE POUR LA FABRICATION AUTOMATIQUE DES FILAMENTS SPIRALÉS. Les deux molettes sertissent au passage la spirale du filament sur les deux tiges constituant les supports latéraux.

été réduit, dans les récents modèles, par la suppression du tube isolant, simplement remplacé par un petit espace d'air (fig. 4).

La mise en service de ces nouvelles cathodes n'a, d'ailleurs, pas été sans nécessiter de nombreuses mises au point. C'est ainsi qu'un phénomène de crépitement désagréable s'est quelquefois révélé dans le haut-parleur.

Indépendamment du manque de rigidité

ner un rapide exposé, les lampes de réception ont vu leurs dispositifs intérieurs singulièrement compliqués par l'adaptation d'une même lampe à des fonctions multiples. Le schéma de la figure 3 montre l'accroissement des électrodes, qui conduit à avoir jusqu'à dix ou onze connexions sur une même lampe, sans que l'encombrement de celle-ci soit augmenté. Il en est résulté des



(Cliché Visseaux.)

FIG. 8. — VOICI UN GROUPE DE MACHINES POUR LA FABRICATION DES PIEDS DE LAMPES. Une machine A reçoit le tube initial en verre, et sur le plateau tournant sont introduits au passage les différents fils de la lampe. Des chalumeaux à gaz sont conjugués avec des pinces qui opèrent automatiquement le serrage et l'aplatissement du pied de la lampe. Enfin soudées, mais encore ouvertes à l'air, les lampes sont placées sur le tambour circulaire de la machine B, où elles subissent un premier étuvage.

des filaments, ces bruits parasites provenaient d'irrégularités du dépôt ou de la surface émettrice, ou même de contacts irréguliers de la gaine isolante du chauffage. On a été ainsi conduit à l'établissement de la cathode anti-crépitante, constituée par un filament spiralé analogue à celui des plus récentes lampes d'éclairage (voir fig. 6).

La disposition des électrodes à l'intérieur de la lampe

En outre du perfectionnement fondamental des cathodes, dont nous venons de don-

ner des dispositions constructives nouvelles, comme des ensembles d'électrodes de forme aplatie. Par suite de la puissance relativement grande à dissiper sur les plaques, on constitue celles-ci en treillis métallique, ce qui favorise le refroidissement. Il existe même des modèles d'anodes munies d'ailettes spéciales de refroidissement.

Certains modèles, comme la « double-diode », contiennent, en réalité, deux dispositifs superposés, et, cependant, la dimension n'est pas supérieure aux autres types. Nous devons, à ce sujet, constater combien

la construction des lampes est faite maintenant avec précision et solidité. Les fabricants sont arrivés, grâce à un outillage de précision et une technique bien étudiée, à réduire l'encombrement des nouvelles lampes, tout en augmentant leur solidité. La diminution de volume permet de réduire les dimensions des postes récepteurs et procure aussi des économies de matière qui ont permis une diminution du prix, malgré l'amélioration certaine de la qualité et de la durée des lampes. Celles-ci n'ont plus la fragilité qu'on leur connaissait — sans la leur reprocher — il y a quelques années. On peut maintenant transporter un poste de T. S. F. sans précautions spéciales. Le temps n'est cependant pas éloigné où, même en auto, l'amateur tenait précautionneusement le poste transporté sur ses genoux pour lui éviter tous cahots. Le « poste auto » est aussi peu fragile que n'importe quel autre accessoire de l'automobile.

Les culots et supports, eux aussi, se sont perfectionnés

C'est dans cette idée de construction donnant toute sécurité aux usagers que les fabricants viennent d'adopter comme standard un nouveau système de connexions. Les systèmes de broches employés jusqu'ici devenaient, en effet, insuffisants et peu pratiques

avec la multiplication des contacts nécessaires pour les lampes à fonctions multiples. On a besoin maintenant de connexions de plus en plus nombreuses, sans qu'une fausse manœuvre puisse avoir pour conséquence de « griller » une ou plusieurs lampes.

Par exemple, pour l'octode ou la penthode

à chauffage indirect il faut : deux connexions pour le filament, une pour la cathode, trois pour les grilles, une pour l'anode. On voit la difficulté de répartir sept broches sur un culot, avec les écarts inégaux nécessaires pour éviter toute erreur de connexions. Sur le nouveau culot, portant des ergots formant contacts avec les lamelles latérales de la douille, cette répartition est effectuée facilement, et la manœuvre est si simple et sûre que la lampe peut être mise en place sans voir son support.

Si l'on ajoute que, malgré ces facilités, le nouveau modèle de culot a un encombrement réduit de moitié

en hauteur sur l'ancien système à fiches, on voit tout l'intérêt que présente une telle standardisation pour la construction des postes. Des essais répétés ont, d'ailleurs, confirmé de meilleures qualités de résistance mécanique, d'isolement électrique et de protection contre les fuites haute fréquence, phénomène qui n'est pas négligeable pour la réalisation d'un poste parfait.

L.-D. FOURCAULT.

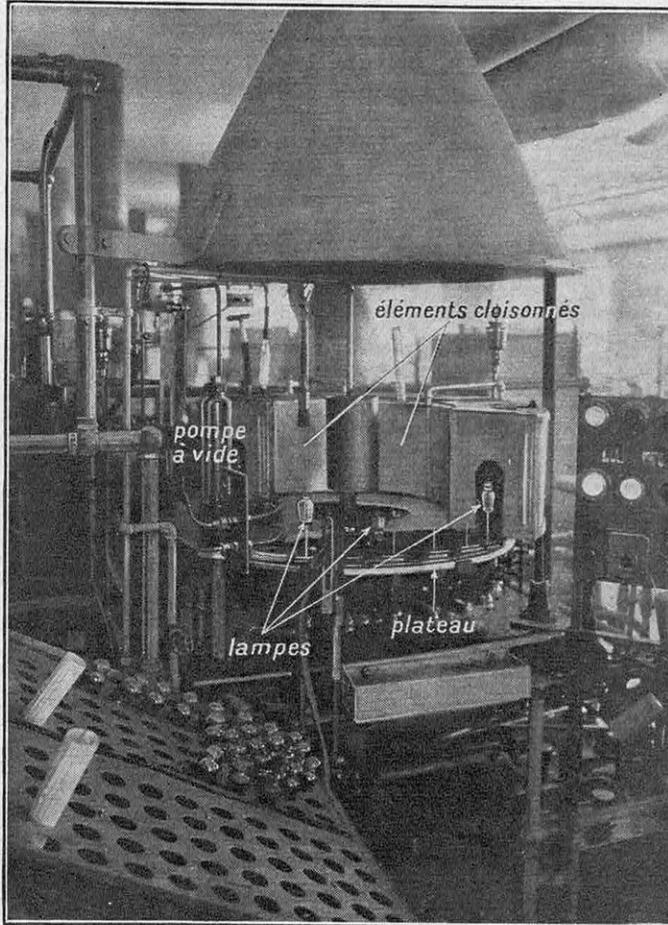


FIG. 9. — VOICI COMMENT S'EFFECTUE A LA MACHINE LE POMPAGE DES AMPOULES

Après leur montage par les machines précédentes (fig. 8), les lampes sont placées sur le plateau de cette nouvelle machine, où elles sont d'abord soumises à l'action d'une pompe à vide. Puis, au passage dans les éléments cloisonnés visibles ici, les ampoules sont soumises successivement à des opérations de dégazage et « désélectrisation » par courants à haute fréquence.

LA NOUVELLE LAMPE DE RADIO

« TOUT MÉTAL »

EST-ELLE UN PROGRÈS ?

Par Pierre DELAUNAY

Nous avons montré (1) les perfectionnements les plus récents apportés à la fabrication des lampes utilisées pour la réception radiophonique, perfectionnements qui ont pour but d'améliorer le rendement, la qualité des auditions et d'accroître la résistance mécanique de ces lampes. Une nouvelle technique vient de voir le jour en Amérique, où l'on fabrique maintenant des lampes ou, plus exactement, des tubes « tout métal ». Si leur principe de fonctionnement reste le même que celui de la lampe classique avec ampoule de verre (2), les méthodes de construction de ces nouveaux tubes sont totalement différentes. Ainsi la constitution entièrement métallique de ces nouvelles lampes permet de réduire leurs dimensions, dont certains modèles ont une hauteur très minime (20 mm). De plus, l'enveloppe métallique supprime toute action extérieure des champs électriques dus aux électrodes, et la réduction de la longueur des fils de sortie diminue également la capacité entre électrodes de 33 %, par rapport à la valeur moyenne de cette capacité pour les lampes à ampoule de verre de caractéristiques comparables. Quant aux montages des postes récepteurs utilisant ces nouveaux tubes, ils ne sont guère modifiés, mais deviennent moins encombrants. Le tube « tout métal » — extra résistant, peu encombrant — semble donc marquer un nouveau perfectionnement en radiophonie. Comme dans tous les domaines de la science appliquée, l'épreuve de la pratique nous permettra de nous faire une idée exacte des services rendus dans la construction des radiorécepteurs par cette « lampe » entièrement métallique.

LA lampe métallique vient de naître aux Etats-Unis. Aussi jeune et imparfaite qu'elle soit encore, on peut, dès maintenant, entrevoir les répercussions profondes qu'elle aura sur la conception des récepteurs de radiotéléphonie.

Cette technique est en effet basée sur des procédés de fabrication nouveaux et une présentation nettement différente des tubes actuellement en usage. Si les principes physiques de fonctionnement sont les mêmes, les méthodes de construction sont totalement différentes. C'est en cherchant à perfectionner les lampes au verre que l'on a été conduit à créer les nouveaux tubes. Ils ont naturellement les imperfections inhérentes à une technique naissante. Cependant, on ne relève aucun vice rédhibitoire dans leur conception, et il sera facile de dominer une à une toutes ses imperfections. Sans exagération, nous dirons que l'apparition du tube métallique marque une date dans l'histoire de la radio.

(1) Voir dans ce numéro, page 469.

(2) Ce terme de lampe est du reste incorrect, puisque, depuis longtemps, cet organe ne produit aucune lumière visible.

En quoi réside la différence entre la lampe au verre et la nouvelle lampe métallique ?

Pour la première fois depuis l'invention de la lampe à incandescence, le ballon de verre est abandonné. Ainsi, le nom même de *lampe* tend déjà à disparaître du langage des spécialistes ; on ne parle plus que de *tubes*.

Les différences primordiales de fabrication entre les anciens et les nouveaux tubes résident dans l'enveloppe métallique, la suppression quasi complète de l'emploi du verre, le brochage spécial et, enfin, la réduction très importante des dimensions. La technique des lampes au verre n'avait pas, en effet, préparé les ingénieurs de lampes au travail des métaux, et il a fallu reprendre l'étude complètement. Les premiers résultats obtenus, s'ils ne sont pas d'emblée susceptibles de provoquer l'abandon complet de la lampe au verre, sont cependant assez satisfaisants pour justifier la poursuite de l'amélioration de cette technique. Dans un avenir plus ou moins proche, le tube électronique offrira une sécurité de service égale à n'importe quel autre élément du récepteur.

La fabrication de la lampe au verre

Une lampe au verre habituelle se fabrique en prenant comme point de départ un col, tube de verre aplati à une extrémité et évasé de l'autre. Sur la première sont soudés des conducteurs dont le coefficient de dilatation doit être égal à celui du verre. Sur les conducteurs sont montés, d'un côté, les connexions des électrodes et, de l'autre, les connexions des broches. Pour assurer la rigidité de l'ensemble, des tiges sont soudées dans le col. Sur les tiges sont fixés les différents organes, par l'entremise de deux disques de mica. Cette méthode implique un parallélisme des conducteurs sur un parcours assez long, constituant une capacité qui, d'un ordre relativement élevé, devient une gêne pour l'emploi sur les hautes fréquences. De plus, ce mode de montage est d'une hauteur trop grande dans bien des cas d'utilisation de la lampe

au verre. Sur le pied ainsi monté se soude un ballon de verre. Un petit tube de verre, lui aussi soudé au col, permet, par le pompage, d'obtenir le degré de vide désiré. Pendant l'opération de vidage, tous les éléments internes de la lampe sont soumis à une haute température, obtenue par le passage des lampes dans un four à haute fréquence, pour amener ces éléments à rejeter les gaz qu'ils pourraient encore contenir. Il suffit alors de fermer l'ampoule de verre et de retirer la lampe de la pompe.

Comment on fabrique le tube tout métal

Dans la nouvelle technique, on part d'un simple disque de métal percé de trous, au nombre de neuf (huit circulaires et un plus gros au centre pour le canon de vidage). Chacun des trous circulaires comporte un œillet brasé sur le disque et bouché par une

petite bille de verre, au travers de laquelle passe le conducteur. Cet œillet est en alliage fer-nickel-cobalt, d'origine française, qui se scelle parfaitement au verre et se comporte comme lui sous l'influence de la température.

Les éléments internes du tube sont d'abord assemblés entre deux supports de mica maintenus par des guides métalliques rigides soudés au disque perforé. La figure 4 indique que le même procédé d'isolement du conducteur des électrodes ayant leur prise au sommet est employé pour le passage au travers de l'enveloppe métallique, épaisse de 2 mm, qui vient ensuite s'appliquer sur le disque et que l'on soude. Un courant de 20 à 30 000 ampères est utilisé pour cette opération ; une rondelle plate en cuivre est introduite entre les deux parties à souder pour en faciliter la soudure. Cette énergie considérable est appliquée pendant 1/20^e de seconde.

Pour obtenir l'exact temps de passage du courant électrique, on a recours à un oscillateur de relaxation appelé « thyatron » (1). Pendant le vidage, on chauffe le tube. Mais, en raison de la présence de l'enveloppe métallique qui arrêterait les courants de haute fréquence, on est obligé de chauffer le tube entier au gaz sous pression, qui porte le métal au rouge. Du même coup, électrodes et enveloppe se « nettoient de leurs molécules gazeuses ». Au dire des promoteurs de la méthode, le vide est plus parfait.

Le tube retiré du pompage, il ne reste plus qu'à lui adapter le support en bakélite avec ses broches. Les conducteurs sont soudés aux broches circulaires, et le canon de pompage s'engage dans le tenon central porteur d'un ergot longitudinal. Une dernière passe pour sertir, par écrasement en quatre points, l'enveloppe sur le support, et

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

Tubes tout métal	CARACTÉRISTIQUES	Lampes au verre
6 C 5	Triode	76
6 A 8	Pentagride (modulatrice)	6 A 7
6 J 7	Pentode H F	6 C 6
6 K 7	Pentode H F à pente variable.	6 D 6
6 L 7	Pentagride	
6 D 5	Triode B F puissance	45
6 F 6	Pentode B F	
25 A 6	Pentode B F puissance	
6 Q 7	Duodiode triode	
6 H 6	Duodiode à cathode double ...	sans équiv.
25 Z 6	Valve doubleuse de tension ...	25 Z 5
5 Z 4	Valve 2 plaques	80
6 X 5	Valve 2 plaques à vide poussé.	
0 Z 4 (1)	Valve à gaz	sans équiv.

(1) Pour cette valve, le gaz inclus dans la lampe est isolé électriquement de l'enveloppe d'acier pour pouvoir effectuer le redressement.

TABLEAU DES CARACTÉRISTIQUES DES TUBES TOUT MÉTAL AVEC INDICATION DES LAMPES AU VERRE CORRESPONDANTES

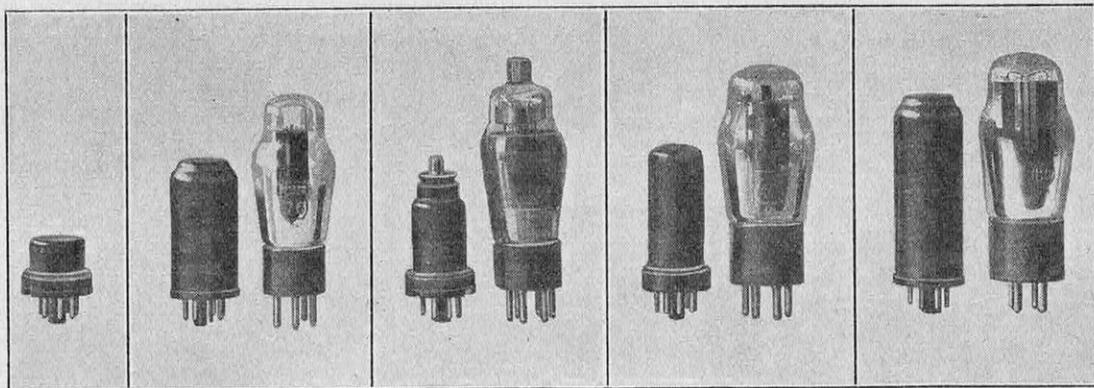


FIG. 1. — DIVERS TYPES DE TUBES TOUT MÉTAL ET DE LAMPES AU VERRE QUI REMPLISSENT DANS LES RADIORÉCEPTEURS DES FONCTIONS SEMBLABLES

De gauche à droite : tube duodiode 6 HC (pas de type équivalent en verre) ; triodes 6 C 5 (métal) et 76 (verre) ; pentodes HF 6 K 7 (métal) et 6 D 6 (verre) ; pentodes BF 6 F 6 (métal) et 42 (verre) ; valves 5 Z 4 (métal) et 80 (verre). Remarquez les faibles dimensions des tubes tout métal.

le tube est terminé. Pour les types comportant une sortie au sommet, une cuvette fermée par une rondelle de bakélite haute fréquence est soudée à la partie supérieure de l'enveloppe.

Voici les caractéristiques du tube tout métal

De cette construction il résulte de nombreuses caractéristiques intéressantes. La réduction des dimensions autorise la conception de châssis de réception compacts. Le plus grand diamètre du tube est, en effet, de 35 mm ; la hauteur varie, selon le modèle, de 20 mm à 98 mm de la base au sommet. L'absence de ballon de verre élimine tout risque de casse. De plus, l'enveloppe métallique étant reliée par une des broches à la

masse assure une faradisation complète, supprimant toute action intempestive des champs électriques dus aux électrodes, et le métal étant un meilleur conducteur de la chaleur que le verre, celle-ci est mieux dissipée. Enfin, en raison de la réduction des fils de sortie, la capacité entre électrodes est réduite à 33 % de la valeur moyenne relevée sur une lampe au verre de caractéristiques équivalentes. Il est donc possible d'obtenir un meilleur rendement par étage d'amplification.

La suppression de l'écran métallique auxiliaire évite les crachements fréquents observés lors de contacts imparfaits entre support et blindage. Une autre origine de crachements, due aux charges statiques provenant des électrons recueillis par le ballon

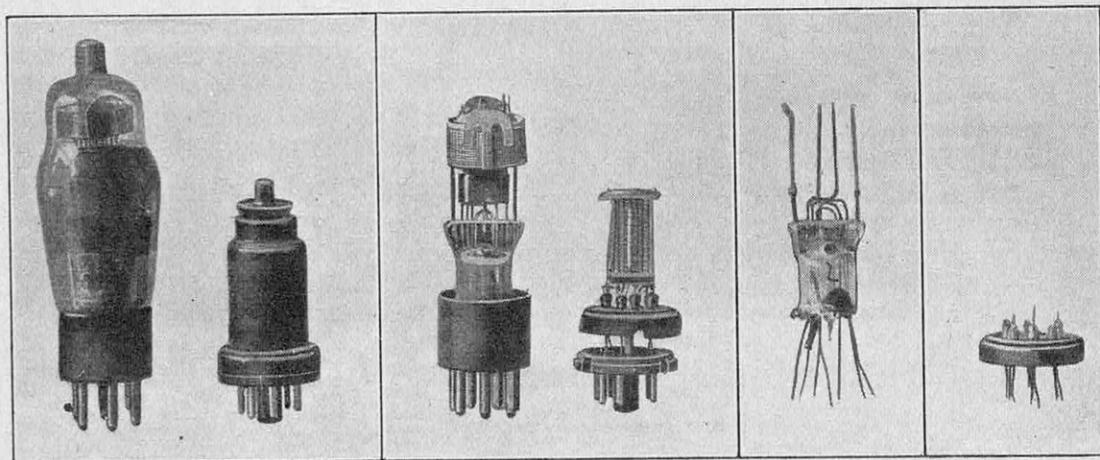
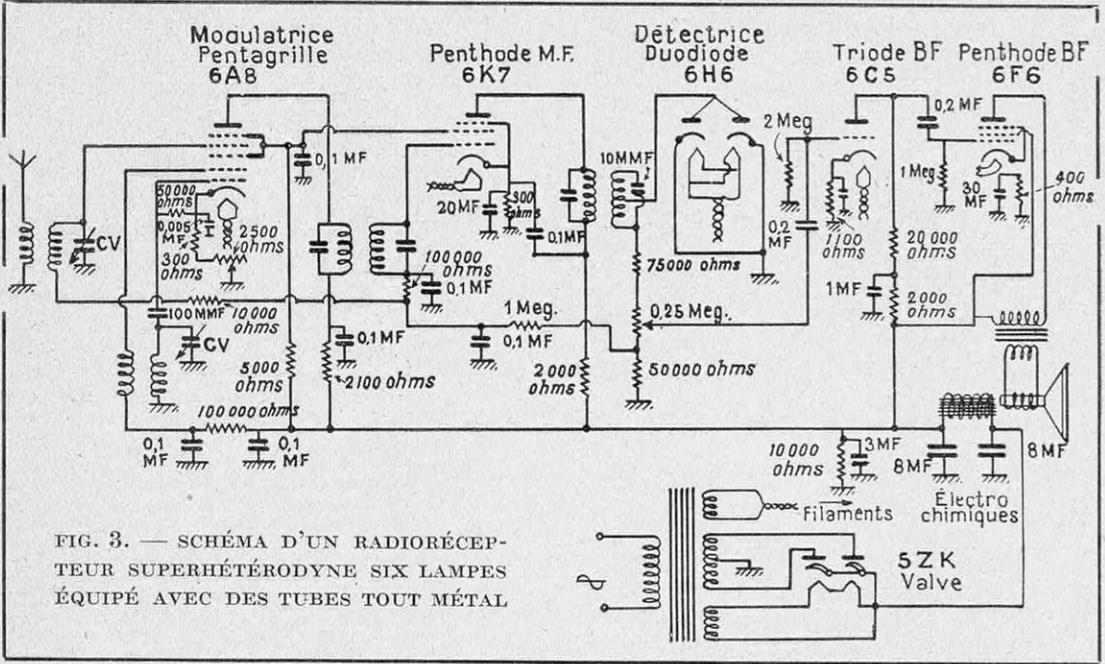


FIG. 2. — COMPARAISON DES ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS DES TUBES 6 K 7 ET DES LAMPES 6 D 6
De gauche à droite : vue extérieure de la lampe et du tube ; montage sur pied ; détail du pied.



de verre et qui donnent naissance à des courants de fuite, est totalement évitée. Les électrons qui arrivent à l'enveloppe métallique sont aussitôt dérivés à la masse. La rigidité mécanique de l'ensemble évite tout bruit microphonique. Le brochage — le même pour tous les modèles de cette série — permet la standardisation à un seul type des supports de lampes. La présence d'un ergot-guide le long du tenon central, tenon isolé plus long que les broches, opère un verrouillage automatique sans risque de contacts intempestifs.

Le tube tout métal présente encore quelques défauts

Il n'a pas été possible, en raison même de toutes les innovations que comporte la technique du tube tout métal, d'éviter du premier coup certains défauts, dont la plupart n'ont apparu qu'à l'usage ; d'ailleurs, ils n'entachent pas le principe de la lampe, ils résident plutôt dans des imperfections de fabrication. Le procédé de chauffage, en particulier au cours du pompage, laisse se former des oxydes sur les électrodes qui sont inégalement chauffées et, par suite,

inégalement débarrassées de gaz donnant naissance, pendant le fonctionnement, à une émission secondaire qui est pernicieuse. La porosité a provoqué, dans un certain nombre d'échantillons, une rentrée d'air qui, modifiant le vide, altère les caractéristiques. La faible surface d'isolant au passage des conducteurs s'est, dans certains cas, recouverte d'une métallisation due au « getter » provoquant des pertes en haute fréquence. Comme on peut en juger, ce ne sont là que défauts de fabrication qui sont en voie de disparition dans les séries nouvelles, grâce aux modifications apportées aux origines des défauts.

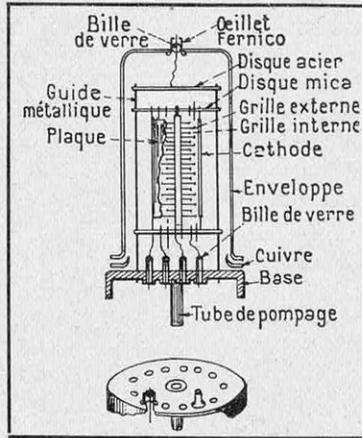


FIG. 4. — DÉTAIL DES ORGANES D'UN TUBE TOUT MÉTAL

Stade intermédiaire, la lampe M G (verre métal)

D'ores et déjà, il est des qualités certaines apportées par la nouvelle technique. En attendant que celle-ci soit absolument au point, certains fabricants ont introduit dans la lampe au verre les perfectionnements reconnus efficaces dans les lampes métalliques.

Ces tubes électroniques sont des lampes au verre dont le ballon et le pied sont réduits aux mêmes dimensions que dans les tubes

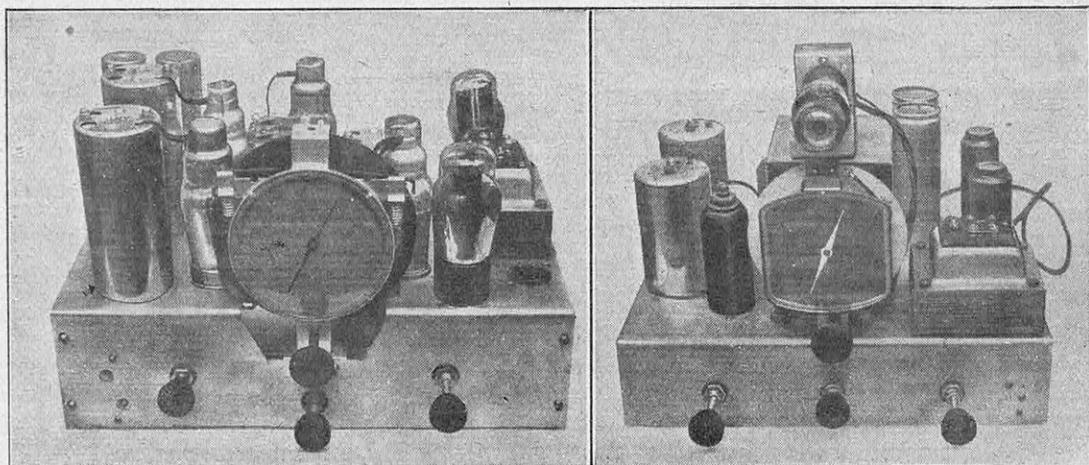


FIG. 5. — VOICI DEUX CHASSIS DE RÉCEPTEURS MODERNES DE RADIOPHONIE PRÉSENTANT LA MÊME SENSIBILITÉ ET DES RENDEMENTS COMPARABLES ÉQUIPÉS L'UN AVEC DES LAMPES AU VERRE (A GAUCHE), L'AUTRE AVEC DES TUBES TOUT MÉTAL (A DROITE)

Les deux vues étant à la même échelle, on voit que le récepteur avec tubes tout métal a des dimensions plus réduites. On distingue nettement sur les photos les lampes et les tubes équipant ces postes.

tout métal. De ce fait, les connexions sont aussi courtes, les cotes d'encombrement sont identiques dans les deux cas, le pompage s'opère sans l'enveloppe métallique et au four haute fréquence. Le blindage est ensuite serti au culot bakélite, comme il a été décrit. La lampe au verre est ainsi complètement enrobée et sa fragilité est sensiblement atténuée. Pendant ce stade, tout transitoire, se poursuivent activement les études de la lampe métallique intégrale, qui semble appelée à un brillant avenir.

Les schémas d'utilisation ne sont guère modifiés en eux-mêmes par la substitution des nouvelles lampes aux anciennes. Le tableau page 476 indique, pour chaque type ancien, le tube nouveau correspondant. Le

schéma représenté (fig. 3) permet de juger des faibles différences apportées par leur emploi. Seuls, les constantes des circuits sont modifiées pour utiliser la majoration d'amplification obtenue avec les « tout métal ».

Ainsi les récepteurs sont plus compacts, comme permet de s'en rendre compte la figure 5, représentant deux récepteurs de même sensibilité et de rendement comparable, équipés l'un avec des lampes au verre, l'autre avec des tubes métalliques.

A poids, volume et prix inférieurs, le rendement étant égal, le récepteur à tube tout métal marque donc une nouvelle étape sur sur le chemin du progrès de la radio-technique. PIERRE DELAUNAY.

Le professeur Nakay, de l'Université de Hosei, est l'apôtre du « panasiatisme ». Il a exposé récemment les visées nippones de ce vaste mouvement expansionniste : il doit non seulement comprendre la Chine, mais encore les îles qui entourent le continent asiatique. Ainsi l'Annam, le Siam, la Malaisie, les Philippines, Java, Sumatra devraient passer sous le contrôle du panasiatisme. En effet, organiser le Mandchoukouo, la Mongolie, ne doit constituer qu'une étape de cette expansion nipponne. C'est donc tout le problème du Pacifique qui se pose ainsi pour les colonies d'Extrême-Orient soumises aux nations de l'Europe occidentale. Celles-ci, en imposant aux indigènes leurs produits européens qui coûtent cher et qu'ils n'aiment pas, se verront — de plus en plus — aux prises avec l'invasion japonaise sur toutes ses formes, au nom des principes mêmes du panasiatisme.

LE CINÉMA MODERNE EXIGE DES SALLES SCIENTIFIQUEMENT ÉQUIPÉES

Par Pierre KESZLER

Cinéma en couleurs (1) et cinéma en relief (2), dont La Science et la Vie a exposé récemment les progrès accomplis au cours de ces dernières années, viendront sans doute accroître — d'ici peu — l'illusion de vie résultant du synchronisme de l'image et du son. Ces réalisations nouvelles de la science ne doivent pas cependant nous faire perdre de vue les nombreux perfectionnements qui restent à réaliser au cinéma, surtout dans le domaine de la sonorisation des films. Combien, jusqu'ici, avons-nous souffert dans notre perception musicale ! La mauvaise qualité sonore de beaucoup de salles dépend des imperfections et de l'usure de la pellicule, du manque de fidélité des « lecteurs de son », et surtout de l'acoustique (3) défectueuse de la salle de projection. C'est tout récemment que l'on sut obtenir, grâce à la disposition des haut-parleurs derrière l'écran, grâce au profil soigneusement étudié du plafond et des murs, grâce aussi aux revêtements absorbants (4) ou réfléchissants des parois, une audition de haute qualité mettant en valeur les progrès de l'enregistrement pour tous les auditeurs. Il est regrettable de constater qu'en France, malgré d'excellentes réalisations isolées — telles que le studio Bertrand, à Paris — beaucoup de salles dites nouvelles ne sont pas établies suivant les principes rationnels. A ce point de vue, la comparaison avec les salles géantes d'Amérique, comme avec celles de l'Europe Centrale, est humiliante pour notre pays. Voici comment la science conçoit la salle de cinéma moderne.

BIEN que les images formées sur un écran cinématographique soient privées de relief et, la plupart du temps, de couleur, elles sont, néanmoins, capables de satisfaire les plus difficiles. Dans un film bien fait, la photographie est toujours excellente, les images bien venues, les mouvements qui ont une importance quelconque parfaitement mis en valeur.

Les critiques qui portent sur la sonorisation des films sont, hélas ! plus profondes et aussi mieux fondées.

D'où proviennent les imperfections du son

Si l'« image », qu'on traite depuis quarante ans, peut être considérée comme bien au point, le « son », âgé seulement de six ou sept ans, laisse encore à désirer dans bien des cas.

Contrairement à l'opinion la plus courante, la faute n'en incombe point essentiellement au film lui-même, ni aux appareils d'enregistrement. D'autre part, on ne saurait non plus mettre les imperfections sur le compte des appareils de reproduction, puisque ces mêmes appareils, lorsqu'ils reproduisent un

disque, donnent des résultats incontestablement supérieurs. Et, cependant, le disque est lu par un pick-up, appareil doué d'inertie mécanique, alors que le film est traduit par une cellule photoélectrique affranchie d'une telle servitude.

On comprend donc assez mal que l'attelage « film-haut-parleur » se révèle inférieur au tandem « disque-diffuseur ».

Et, pourtant, la comparaison est probante. Les directeurs de salles obscures ne manquent pas de la faire pour nous avant chaque spectacle. En lever de rideau, l'opérateur joue un disque ou deux. Presque toujours, ces disques sont vieux et abîmés. Malgré cela, nous distinguons la plupart des instruments composant l'orchestre enregistré.

Mais ensuite, dès que l'obscurité se fait et que l'écran s'illumine pour le prologue du premier film, nous ne percevons plus qu'un magma sonore, dans lequel nous sommes bien empêchés de retrouver le violon ou la clarinette. Ou bien les appareils enregistreurs sont défectueux, ou bien on n'a pas su s'en servir, ou bien encore la chaîne des transformations subies par le son depuis son émission originale jusqu'à sa reproduction est trop longue, trop diverse, trop accidentée.

De ces trois hypothèses, la première est à

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 222, page 461.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 214, page 324.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 204, page 461.

(4) Voir *La Science et la Vie*, n° 209, page 394.

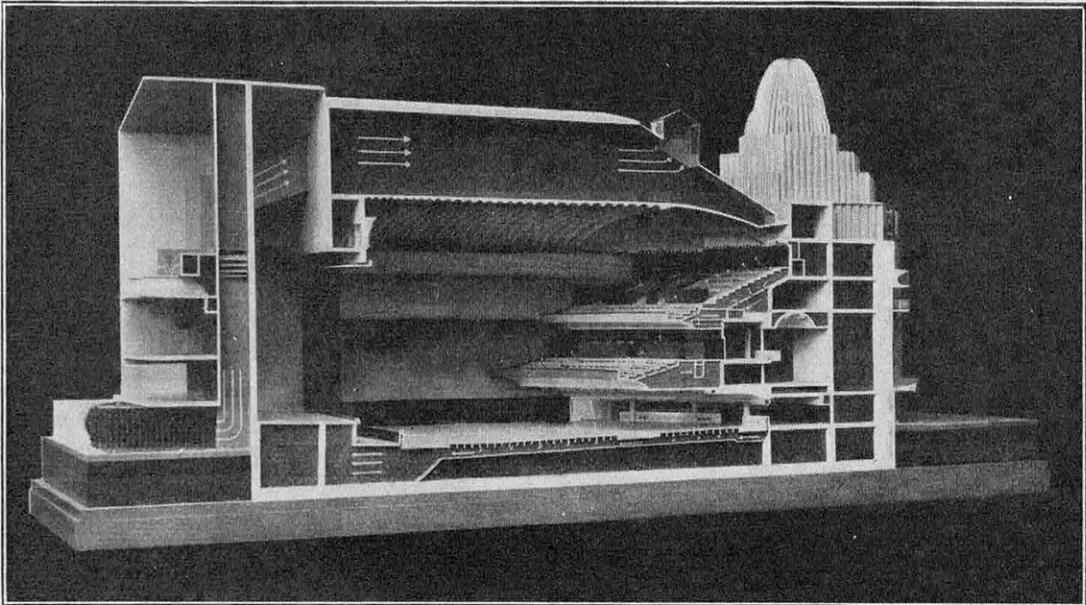
rejeter ; les appareils, scientifiquement construits, permettent d'enregistrer toutes les fréquences musicales sans distorsion de 50 à 8 000 périodes par seconde (1).

La seconde, d'une manière générale, peut aussi être rejetée. Les ingénieurs du son, au moins du point de vue purement « physique », savent se servir des outils dont ils sont nantis.

C'est donc le grand nombre d'opérations successives imposées au son et à son enregistrement qui serait cause des imperfections observées.

Rappelons les différents maillons de cette

cas, il faut encore tenir compte de l'usure du film à la projection. Chaque passage d'une bobine sur l'autre, chaque déroulement à travers les couloirs du projecteur, chaque réenroulement du film provoquent des rayures, des taches, le dépôt de poussières. Le film le mieux traité, le mieux tiré, dès sa première projection laisse apparaître sur l'écran quelques-uns de ces défauts. Si les rayures et poussières, toujours de petite étendue, affectent peu l'image photographique, puisque chaque imperfection ne reste visible sur l'écran que $1/48^e$ de seconde (24 images par seconde, plus deux obtura-



(Chauffage central Suizer S.A.)

(H. Belloc, architecte.)

FIG. 1. - MAQUETTE DE L'INSTALLATION DE CONDITIONNEMENT D'AIR DU « GAUMONT-PALACE », A PARIS, OU LE DÉBIT TOTAL DES VENTILATEURS ATTEINT 280 000 M³ A L'HEURE

longue chaîne : le son donne naissance, dans le microphone, à un courant électrique. Ce courant électrique provoque la variation d'un flux lumineux qui impressionne la surface sensible de l'émulsion photographique du film ; le film est développé. Une copie en est tirée optiquement, puis développée. La copie passe dans un appareil de projection, où l'inscription photographique des sons fait varier un flux lumineux. Ce flux lumineux frappe une cellule photoélectrique et donne naissance à un courant électrique. Enfin, ce courant électrique, après forte amplification, est appliqué à un haut-parleur, qui le traduit en ondes sonores.

En admettant même qu'aucune de ces modifications n'altère la qualité initiale du son, ce qui n'est malheureusement pas le

cas, il n'en va pas de même sur la piste sonore, large seulement de 2 mm. Une seule poussière peut faire disparaître une note, une seule rayure peut modifier le timbre de toute une mesure. Plus le film s'use (il est considéré comme inutilisable commercialement après 250 passages), plus les altérations sont nombreuses. Est-il bien nécessaire d'ajouter que le son est détérioré bien avant les images et que, pratiquement, si l'on tenait à donner une reproduction convenable, il faudrait détruire les copies après 150 passages. Malheureusement, la situation actuelle de l'industrie cinématographique ne permet pas d'envisager la mise à la retraite anticipée de copies qui reviennent à 5 000 ou 6 000 francs l'une.

Voilà les raisons, imputables au film lui-même, qui peuvent expliquer la mauvaise

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 213, page 205.

qualité sonore de beaucoup de salles de cinéma : les copies sont abîmées. Si le film seul était coupable, le mal ne serait pas grand, car, au moins dans les débuts de la carrière d'une copie, les spectateurs auraient satisfaction.

Deux écueils autrement importants guettent le son inscrit sur la pellicule. Le premier, c'est l'appareil de reproduction; le second, c'est la salle elle-même.

Les appareils lecteurs de son

Rien n'est plus simple, en principe, qu'un lecteur de son pour film : une lampe électrique; une fente de quelques centièmes de millimètres, éclairée par cette lampe et reproduite en réduction sur la piste sonore du film par un jeu de lentilles; de l'autre côté de la piste, une cellule photo-électrique qui capte les rayons lumineux qui ne sont pas interceptés par les aires obscures du film... Le tout est enfermé dans un carter étanche. Mais cette ap-

parente simplicité demande une précision d'exécution remarquable si l'on veut que la lecture soit fidèle (1).

Entre deux appareils, la différence de prix peut être assez importante pour faire réfléchir l'exploitant; mais si ce dernier veut

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 213, page 207.

bien considérer que l'appareil projecteur-lecteur est l'outil principal de son exploitation, et s'il veut bien comparer le devis de cabine, qui comprend, outre les deux projecteurs indispensables, les amplificateurs, petit matériel, etc., au devis total de la salle de spectacle, il se décidera toujours pour un équipement de qualité, dont la sécurité de fonctionnement lui évitera des pannes onéreuses.

Les salles de projection

C'est volontairement que nous n'avons pas encore parlé de la qualité du haut-parleur, qui, à n'en pas douter, constitue une étape importante de la reproduction sonore. C'est que le rendement du haut-parleur est intimement lié aux caractéristiques de la salle dans laquelle il va fonctionner.

C'est la méconnaissance de cette solidarité entre un instrument et le local qui l'abrite qui nous fait rougir des salles fran-

çaises, quand on les compare à certaines salles étrangères, notamment les salles d'Europe Centrale.

Il s'agit — et c'est l'énoncé de la question — de créer une salle ou d'adapter un local existant déjà, dont les formes seront étudiées de telle sorte que, de toutes les places,

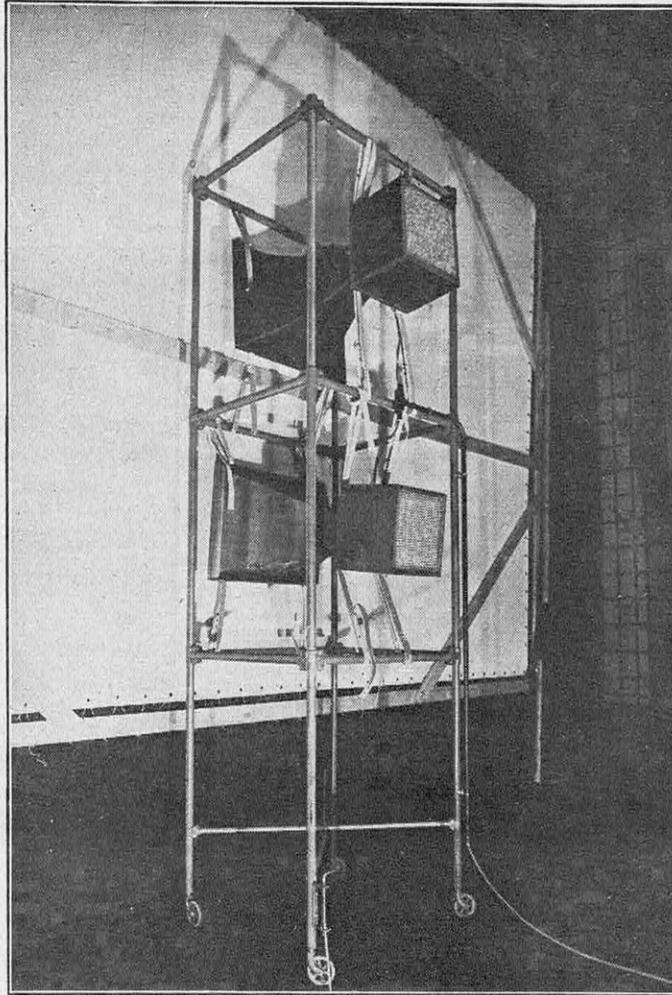


FIG. 2. — LES DEUX HAUT-PARLEURS DERRIÈRE L'ÉCRAN CINÉMATOGRAPHIQUE

Sur un bâti monté sur roulettes, les deux haut-parleurs sont munis de pavillons directionnels. Le premier, en haut, est dirigé vers le parterre; le second, au-dessous, est braqué en direction du ou des balcons. L'écran est perforé d'une multitude de trous destinés à laisser passer les ondes sonores et évidemment invisibles pour le spectateur. Il est monté sur un cadre qui peut être soulevé comme un rideau pour disparaître dans le cintre.

l'écran soit intégralement visible sans déformation, et que, de toutes les places, on entende parfaitement, sans effort ni assourdissement, tout ce que le diffuseur projette dans la salle.

Si l'équation est bien posée, sa solution n'est pas simple. En effet, dans la plupart des cas, il a fallu « sonoriser » des salles existantes, ce qui était moins dispendieux, mais relativement plus complexe que de créer des

tendue sur un cadre, enduite d'une couche spéciale lui donnant une grande brillance et percée d'une multitude de trous, dont le diamètre atteint très bien 7 ou 8 mm. A quelques mètres de distance, le halo que forme la couche de grande brillance fait disparaître complètement tous ces trous.

Les haut-parleurs utilisés dans les cinémas sont tous du type électrodynamique. Selon les installations, on trouve un ou deux

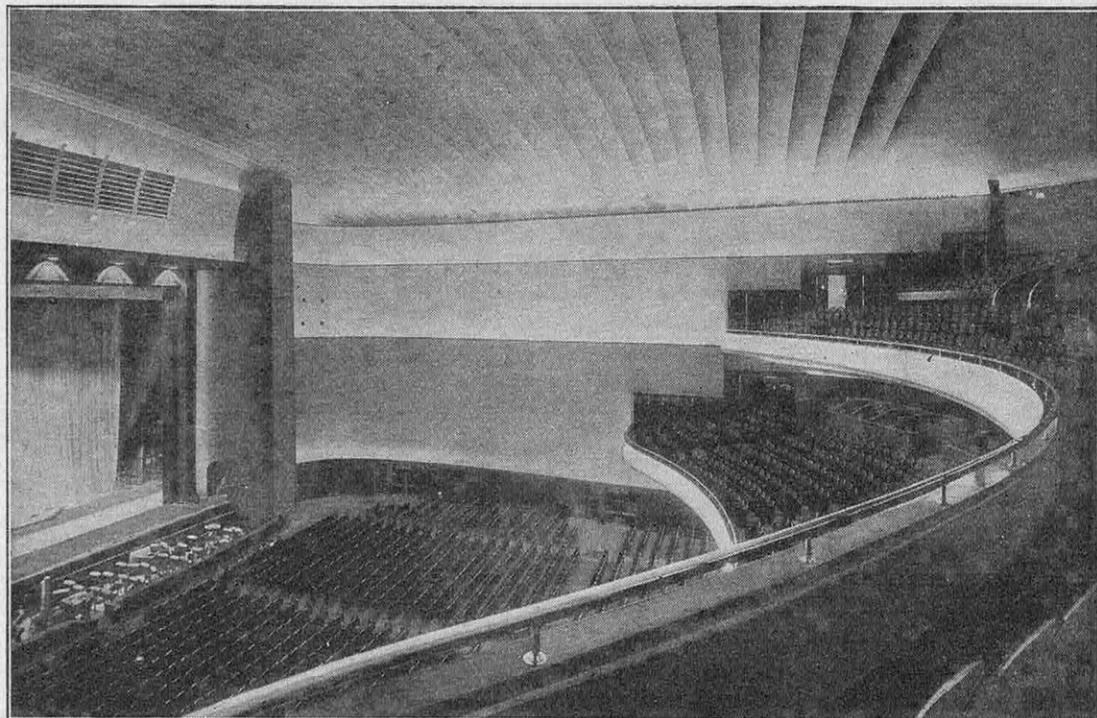


FIG. 3. — LA SALLE DU « GAUMONT-PALACE », A PARIS, CONTIENT 6 000 PLACES

Les parois latérales sont entièrement amorties. Seul, le plafond ne l'est pas. Mais les ondulations transversales présentées par le plafond diffusent le son sans provoquer d'écho. La lumière est concentrée sur le plafond. Une amorce de conque surplombe la scène de façon à renvoyer vers les balcons une partie des sons qui, autrement, se seraient perdus sur le plafond qui les diffuserait dans la salle.

salles nouvelles dans lesquelles toute l'installation est prévue pour le meilleur rendement.

Les haut-parleurs

Lorsque le film était muet, l'écran était souvent peint sur un mur ou sur un panneau. Cette peinture, à base d'alumine, conférait à l'écran une brillance parfaite, et la plus grande partie de la lumière qui le frappait était diffusée dans la salle.

La nécessité de placer le haut-parleur derrière l'écran a dû faire renoncer à ces dispositifs excellents. Comme il faut que le son gagne la salle sans déperdition appréciable, l'écran est formé d'une forte toile,

un seul haut-parleur de même type, un seul haut-parleur muni d'un pavillon exponentiel, ou bien encore un groupe de trois haut-parleurs : l'un étant large de membrane et destiné à la reproduction des notes graves ; le second, moyen, et chargé du médium ; enfin, le troisième, assez petit, auquel on confie le registre aigu.

Si l'on compare la surface d'une membrane de haut-parleur au volume de la salle dans laquelle elle résonne, tout se passe comme si la source sonore était ponctuelle, c'est-à-dire que le son tend à se développer sphériquement autour de son point d'origine.

Dans les premières installations sonores,

les haut-parleurs étaient simplement montés sur des baffles : on obtenait ainsi un effet directionnel ; les sons étaient, en quelque sorte, lancés perpendiculairement à l'écran.

A mesure que la technique acoustique des salles se dégagait, on diminua le nombre des membranes, mais on ajusta presque universellement un pavillon sur le haut-parleur. L'effet directionnel est considérable, et, en braquant convenablement le pavillon vers la salle, on obtient un faisceau sonore que l'on dirige soit vers le parterre, soit vers les balcons, en évitant les angles morts. Deux haut-parleurs, dans la plupart des cas, sont amplement suffisants.

La forme de la salle

C'est ici que devrait intervenir la forme de la salle. Autrement dit, les diverses parois devraient, en quelque sorte, prolonger les faces des pavillons de haut-parleurs, de façon qu'en aucun point ne se puisse produire de réflexion sonore. Un cinéma idéal, comme, d'ailleurs, toute salle de spectacle dans laquelle la source sonore pourrait être considérée comme ponctuelle, devrait avoir la forme d'un pavillon exponentiel. Les spectateurs prendraient place dans le haut-parleur géant ainsi formé.

Dans une salle conçue selon ce principe, les sons peuvent frapper directement tout ce qui se trouve à l'intérieur de la salle, mais les « rayons sonores » incidents aux parois ne sont pas réfléchis ; ils suivent les bords de la courbe exponentielle.

On voit tout de suite l'avantage considérable d'une telle disposition. Les murs peuvent être établis en matériaux quelconques, et on n'est plus obligé de recourir aux revêtements absorbants, toujours onéreux.

Toutefois, quelle que soit l'ingéniosité de l'architecte, il existe toujours un fond et des faces de balcon, surfaces planes susceptibles de renvoyer vers l'écran les sons qui en sont issus. Ces surfaces sont donc revêtues de matériaux insonores.

Le problème *intérieur*, qui consiste à faire entendre parfaitement les spectateurs, peut donc se résoudre sans difficultés majeures. Il est regrettable de constater que la plupart des salles nouvelles ne sont pas établies selon cette règle. Nous reproduisons figure 6 la photographie d'une petite salle parisienne qui n'a guère plus de 500 places et qui, du point de vue sonore, est absolument parfaite. Equipée avec les appareils dits « *Wide-Range* » (1), son plafond conti-

nue la courbe exponentielle du haut-parleur unique. De même, le faux plafond couvrant le parterre, sous le balcon, épouse la même forme. Aucune des parois, sauf le fond et la face du balcon, n'est recouverte de matériaux absorbants. Rien d'étonnant, dans ces conditions, qu'on entende parfaitement de toutes les places, et qu'en outre, les harmoniques élevées confèrent à la reproduction une qualité de timbre excellente. Dans une salle de cette conception, les progrès de l'enregistrement sont facilement remarquables.

La protection de la salle contre les bruits extérieurs

S'il est indispensable que les sons soient bien utilisés à l'intérieur de la salle, il n'est pas moins utile d'empêcher les bruits venant de l'extérieur de venir troubler le spectacle. Si, pour les cinémas installés dans des quartiers calmes, la protection est facile à réaliser (il suffit de faire des cloisons en briques creuses), il n'en va plus de même dans certains cas particuliers. L'un des plus typiques est fourni par le Gaumont-Palace. Situé entre deux rues passagères, parcourues par des autobus, des camions et de nombreux véhicules de toute sorte, face à une des places les plus encombrées de la capitale, cet établissement a donné pas mal de travail à son architecte. La salle est construite à l'intérieur du bâtiment, toute une série de galeries ou de pièces isolant les cloisons du cinéma des façades extérieures. Mais cette première précaution était insuffisante. On pratiqua alors l'isolement total. Les murs, en brique, furent recouverts d'un cloisonnement de bois en alvéoles, et chaque alvéole fut garni de laine de verre filé. Sur le cloisonnement fut cloué un revêtement en matière plastique spéciale, le *cellotex*. Enfin, comme la salle n'était pas exponentielle et qu'il fallait amortir toutes ses parois, une peinture spéciale, absorbante, elle aussi, fut étendue sur le *cellotex*. Solution qui donna toute satisfaction, mais solution chère. Le revêtement d'une salle comme le Gaumont-Palace revient, dans ces conditions, à 4 millions de francs environ...

L'équipement des salles existantes

Lorsque l'écran acquit la parole, le nombre des cinémas, dans le monde entier, était à peu près le même qu'aujourd'hui. En effet, si des salles se sont ouvertes, un certain nombre des anciennes, dans l'incapacité financière de se transformer, ont fermé. Or, il existait, en France, environ 4 000 salles « muettes ». Il ne pouvait être question de

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 223, page 69.

les démolir toutes pour en rebâtir d'acoustiquement parfaites.

On a donc installé le haut-parleur derrière l'écran, et on a cherché, par des procédés tout empiriques, à limiter les échos parasites et autres phénomènes de réflexion sonore qui nuisaient à l'audition.

Lorsqu'on ne dispose pas d'une salle exponentielle, le seul moyen pratique d'éviter à coup sûr toute résonance fâcheuse

de la salle. Il est donc inutile, dans la plupart des cas, d'amortir les surfaces comprises entre l'écran et ce premier tiers. De même, l'angle avec lequel les ondes sonores frappent ces mêmes parois au delà du deuxième tiers est assez aigu pour que la réflexion se confonde pratiquement avec le faisceau direct, ou, du moins, pour que l'écart de temps qui peut se manifester aux oreilles de l'auditeur entre la perception



FIG. 4. — « RADIO-CITY MUSIC-HALL » DU CENTRE ROCKEFELLER, DE NEW YORK

Cette salle géante contient 6 700 places. La forme générale de la voûte en anse de panier rappelle celle des stations du métro parisien. On remarque aussi la gradation de la lumière qui s'intensifie sur les parois de la voûte à mesure que l'on se rapproche de la scène. Elle est toujours dirigée vers celle-ci.

est de limiter aux seules ondes sonores directes, celles qui viennent du haut-parleur en ligne droite, les sons perceptibles par l'auditeur. Pratiquement, cela se traduit par la nécessité d'amortir toutes les parois. L'une d'elles, au moins, l'est *ipso facto*. C'est l'ensemble des fauteuils. Placés sur un tapis, recouverts de feutre, les sièges, occupés ou non, ont un facteur d'absorption considérable. Pour les cloisons latérales et le plafond le problème reste entier.

Quand ce sont des haut-parleurs à pavillon qui sont utilisés, le faisceau sonore n'atteint les parois qu'environ au premier tiers

de l'onde directe et celle de l'onde réfléchie soit inappréciable.

Il n'en va pas de même pour les surfaces comprises entre le premier et le troisième tiers. Dans cette portion, une onde sonore peut très bien frapper l'une des cloisons, par exemple, se réfléchir en direction de l'autre et, finalement, frapper l'oreille d'un auditeur après avoir franchi une distance double de celle qu'aura parcourue le faisceau direct. Si la salle a seulement une dizaine de mètres de largeur (ce qui est très peu), l'auditeur percevra l'onde réfléchie avec un retard de plus de $1/20^{\circ}$ de seconde,

écart de temps parfaitement sensible, qui rendra la parole à peu près inintelligible. Tout le second tiers de la salle sera donc tendu de matières absorbantes. Quelles sont ces matériaux insonores ? Le plus économique est le tissu. De grandes tentures rempliront parfaitement leur fonction. Mais les tentures sont inflammables (même ignifugées, après un temps relativement court), et les prescriptions de police sont, à ce sujet,

appelé *son de tonneau*. On peut, évidemment, remédier partiellement à cet inconvénient en modifiant les amplificateurs. Ces derniers sont calculés de telle sorte qu'ils avantagent les registres aigus au détriment des graves. Toutefois, on risque, dans ces conditions, d'introduire un déséquilibre entre les différentes voix et, ce qui est plus grave, d'appréciables distorsions qui peuvent rendre l'audition tout à fait défectueuse.

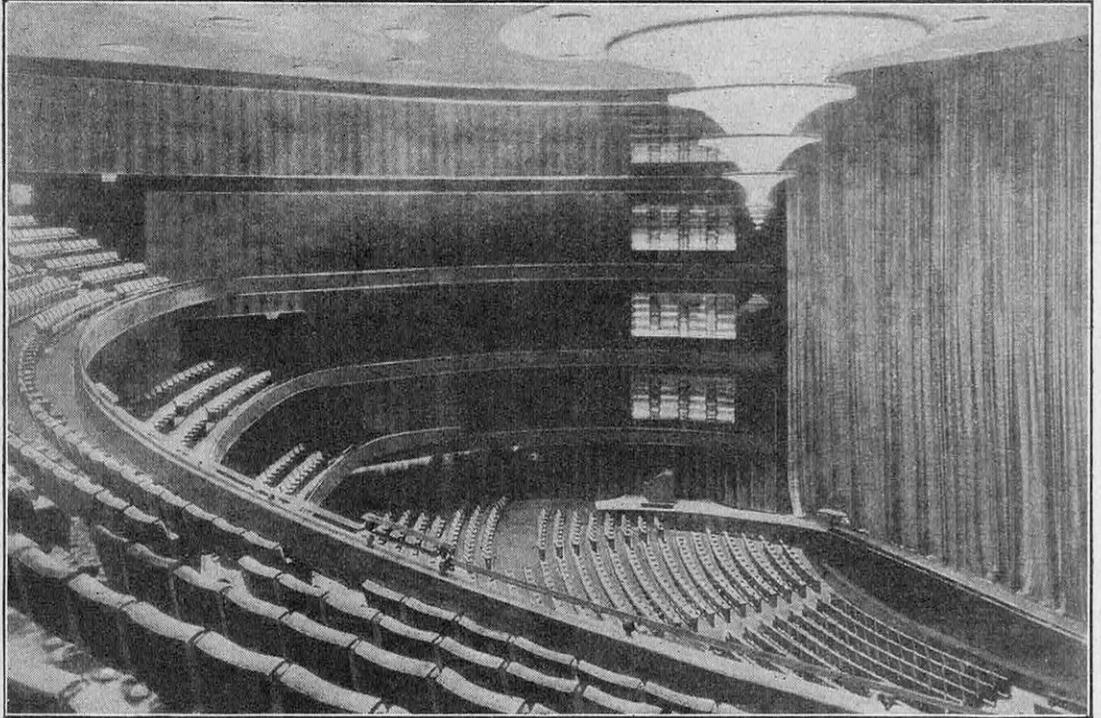


FIG. 5. — LE « ROXY-CINÉMA » DE NEW YORK

On retrouve dans le plan de cette salle les lignes du théâtre antique. Proscenium devant une paroi verticale, disposition des sièges en gradins circulaires, plafond plat amorti remplaçant le ciel ouvert. Dans le vaste luminaire est installée une cabine où prennent place deux opérateurs pour les jeux de lumière, lorsque des attractions sont présentées sur la scène. Cette salle comporte 3 700 places.

très strictes. On recourt plus fréquemment au feutre (qui, paraît-il, conserve mieux les propriétés ignifuges), à la laine de verre filé, au cellotex et aux peintures plastiques, ou, si l'on est très riche, à la laine d'amiante.

Dans certains cas, le revêtement d'un seul tiers s'est révélé insuffisant, et il a fallu garnir à peu près toutes les parois. Cela présente plusieurs inconvénients. Tout d'abord, le prix de revient augmente rapidement. Ensuite, les parois absorbantes ont un effet beaucoup plus sensible sur les fréquences sonores élevées que sur les fréquences basses. Une salle complètement amortie donne un son grave, que les spécialistes ont

Voici quelques solutions adoptées dans des salles géantes

Nous avons montré comment l'architecte du Gaumont-Palace avait été amené, en raison du tumulte extérieur, à amortir considérablement la salle, qui compte 4 800 places. Cette capacité ne donne, d'ailleurs, pas une idée exacte des dimensions de ce cinéma géant, car il était prévu pour 1 000 places de plus. Pour des raisons de police (accès, sorties de secours, lutte contre l'incendie), il a fallu réduire le nombre des sièges. On avait essayé, tout d'abord, étant donné la distance considérable qui sépare l'écran des

places du fond, d'installer des haut-parleurs dans la salle, braqués vers les places éloignées. Mais le décalage de son était trop flagrant ; il a fallu y renoncer et revenir à la solution du groupe de haut-parleurs, unique, derrière ou sur les côtés de l'écran.

Le plafond, qui est en staff, n'est pas par lui-même insonore. Aussi est-il, en quelque sorte, plissé. De nombreuses conques successives, perpendiculaires au plan de propagation des ondes sonores, absorbent le faisceau, qui est diffusé et non réfléchi. Cet

panier, rappelant nos stations parisiennes du Métro. On sent, dans cette salle, une recherche acoustique, et, en cela, c'est un des très rares cinémas où cette tendance soit visible. Le tunnel s'évase progressivement de l'écran vers le fond, qui, lui, est entièrement amorti. La courbe, si elle n'est pas exponentielle, tend cependant à se rapprocher de cette formule idéale. Si l'on veut bien considérer les dimensions exceptionnelles de cette salle, on ne peut nier que la solution soit élégante, car, outre un rende-

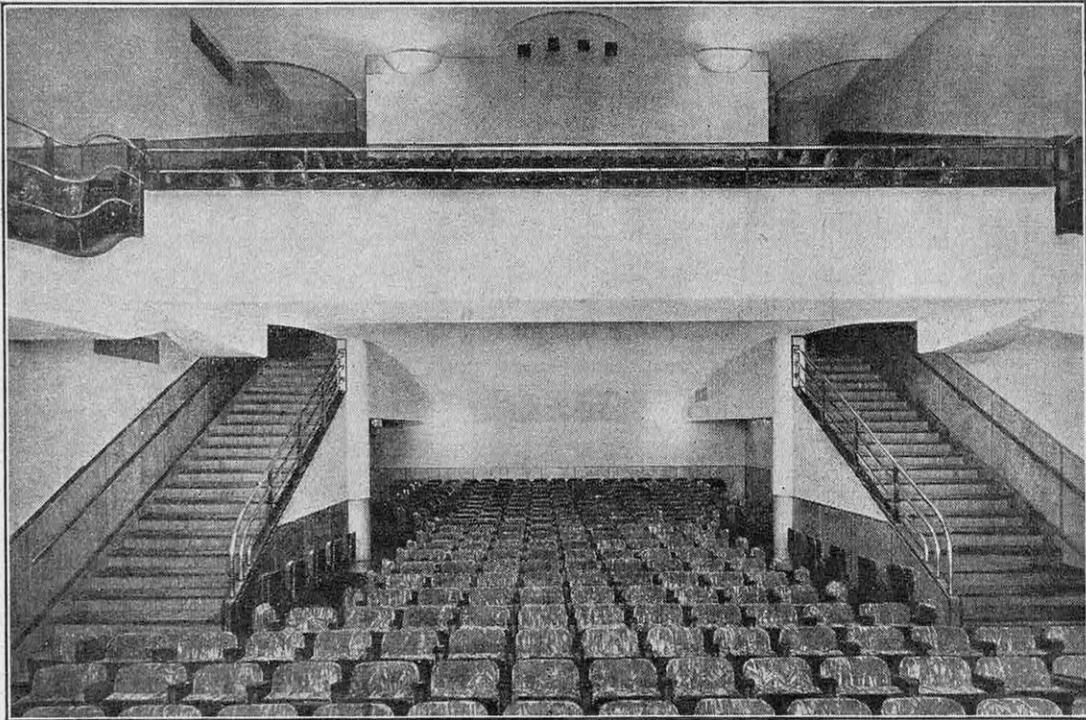


FIG. 6. — UNE SALLE EXPONENTIELLE VUE DE FACE

Sauf les murs du fond et la face du balcon, aucune surface n'est revêtue de matériaux absorbants. Les ondes réfléchies latéralement sont absorbées par les tapis des escaliers. (Studio Bertrand, Paris.)

artifice augmente la résonance propre de la salle sans créer d'écho, et, par là, on compense partiellement le son de tonneau provoqué par l'amortissement extrême des murs. Nous avons décrit plus haut la composition de ces cloisons insonores.

Nous retrouvons un plafond analogue dans la grande salle du Centre Rockefeller, à New York. Mais, là, les conques sont dans le sens de propagation du faisceau sonore. Par contre, elles sont bien moins ouvertes, et beaucoup plus nombreuses. La salle est, d'ailleurs, plus imposante encore. Le Radio-City Music-Hall peut recevoir 6 700 spectateurs ! Il n'y a plus, ici, un plafond et des parois, mais une sorte de tunnel en anse de

ment sonore excellent, elle offre aux spectateurs des places confortables, leur réserve un cube d'air appréciable et n'est pas assez outrancière dans son aspect pour choquer la routine de l'œil.

Où l'on retrouve le théâtre antique

Tous ceux qui ont assisté à une représentation au théâtre d'Orange ont été frappés de l'acoustique parfaite de ce demi-tronc de cône renversé. Les acteurs, placés devant un mur vertical qui sert d'écran réflecteur, sont parfaitement entendus de toutes les places... et on ne connaissait pas à l'époque les matériaux insonores. Il est vrai que le théâtre étant à ciel ouvert, l'amortissement

était parfait du côté du plafond. Les spectateurs garnissant les gradins servaient à leur tour de « feutrage ».

Il est curieux de retrouver cette disposition dans la seconde salle du Centre Rockefeller, le cinéma *Roxy*. La salle est hémicylindrique, entièrement amortie, et le plafond, plat, est également recouvert d'un enduit absorbant. Sa capacité, sans atteindre celle du Radio-City Music Hall, est encore respectable avec 3 700 places.

C'est encore une solution élégante, mais elle est moins intéressante que celle de sa voisine, et surtout moins « mathématique » que celle du petit, mais parfait, *Studio Bertrand*.

Il est regrettable, alors qu'on construit encore de nouvelles salles un peu partout dans le vaste monde, que des données vraiment scientifiques ne soient pas plus souvent appliquées. Quand on bâtit, le prix de revient n'augmente pas si on se tourne vers la conception exponentielle ; au contraire, puisqu'on évite les revêtements insonores, toujours onéreux.

Les autres perfectionnements des salles modernes

Les salles de cinéma n'ont pas de fenêtres. Il faut pourtant les aérer. De plus, il faut

les chauffer en hiver, les rafraîchir en été. Aux installations purement cinématographiques, il faut donc ajouter tout un ensemble d'appareils *silencieux* qui renouvellent l'air constamment, absorbent la fumée et les poussières. C'est ce qu'on ap-

pelle la *climatisation* (1) de la salle.

Un autre détail, qui ne manque pas d'importance, est l'éclairage de la salle entre les projections. Les sources lumineuses doivent être toutes dissimulées et disposées de telle sorte que leur flux lumineux soit dirigé vers le plafond ou vers l'écran. On évite ainsi tout éblouissement, qui, une fois l'obscurité venue, générerait la vision des spectateurs.

Il n'y a pas jusqu'aux fauteuils eux-mêmes qui n'aient été l'objet de soins particuliers. Dans les cinémas où le spectacle est permanent, le mouvement est continu, puisque, à chaque instant, des spectateurs entrent et d'autres se retirent.

Le bruit du fauteuil se relevant brusquement est bien de nature à troubler l'audition. Aussi, dans une salle moderne, le dispositif de relèvement du siège est-il parfaitement silencieux.

Enfin, la sollicitude des directeurs s'étend même aux spectateurs durs d'oreille, voire

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 128, page 145.



FIG. 7. — LA CABINE ET LES APPAREILS DE PROJECTION DU CINÉMA « ROXY », A NEW YORK

Cette cabine illustre bien le souci américain de parer à tout incident. Quatre projecteurs R. C. A. de 150 ampères chacun, peuvent assurer la permanence du spectacle même en cas de panne de deux appareils. De même, on distingue, au fond de la cabine, trois panneaux d'amplificateurs de son. Deux sont en fonctionnement normal couplés chacun à un appareil de projection, le troisième en secours. Deux groupes de lanternes de projection fixe à effets encadrent les quatre projecteurs. Deux hommes suffisent amplement à assurer le service de cette cabine modèle.

aux sourds. Dans toutes les salles bien équipées, un certain nombre de places sont munies de casques téléphoniques reliés au circuit des haut-parleurs, et les appareils sont assez puissants pour agir, faute de tympan, par conduction osseuse, directement sur le nerf auditif (1).

La cabine et la scène

Si les cinémas de moyenne importance se contentent de deux projecteurs, les grandes salles en possèdent toujours trois, afin qu'en cas de panne de l'un des deux premiers il soit toujours possible d'assurer une projection continue. En effet, les bobines sont de 300 ou 600 m et correspondent à une durée de projection de 12 ou 25 minutes. Pour qu'un film se déroule sans interruption, il faut donc qu'un projecteur démarre à l'instant précis où le précédent passe les dernières images de la bobine antérieure. Si un appareil est en panne, chose rare mais possible, il faut pouvoir assurer, au moyen d'un troisième, le fonctionnement continu de la cabine. Les cinémas géants américains ont même quatre appareils... C'est peut-être un luxe. Dans ce cas, deux au moins des projecteurs sont munis d'objectifs à foyer variable qui permettent, en cours de projection, de passer du petit écran de dimension normale au grand écran occupant toute la scène. Ce perfectionnement est utilisé chaque fois que le sujet est ou très petit, dans un décor très grand : courses de chevaux, vols d'avions, etc., ou très rapide dans ses évolutions : course d'automobiles, etc. La finesse est évidemment moins grande, mais le centre d'intérêt se trouve grossi suffisamment pour être aisément perceptible. Le passage d'un écran à l'autre se fait progressivement, sans interrompre la projection et sans affecter la netteté de l'image.

Enfin, à côté des projecteurs cinématographiques se trouvent des lanternes spéciales de projection fixe qui permettent de faire des effets d'éclairage variés à l'infini sur le rideau, sur l'écran ou autour de l'écran, ou bien de préparer par un décor lumineux

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 196, page 346.

adéquat l'atmosphère du film ou de l'attraction qui vont être présentés.

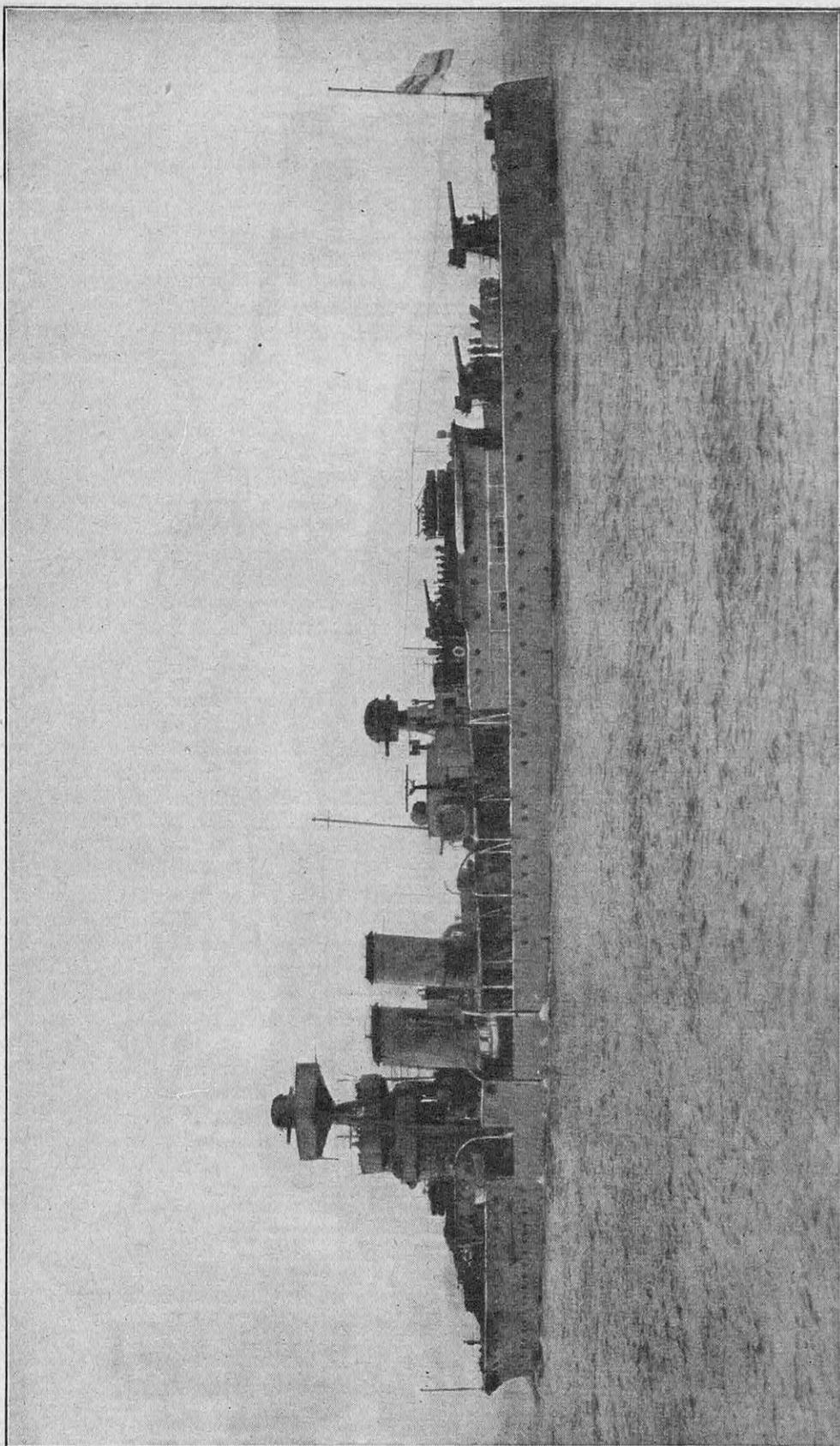
La scène, enfin, est munie de tous les perfectionnements connus, au moins sous le rapport de l'éclairage et de la mobilité des décors.

On n'a pas besoin d'une scène profonde, puisque, théoriquement, ce ne sont que des attractions ou des tableaux de danse qui sont donnés. Donc, nul besoin d'une scène tournante comme au théâtre. Cependant, comme chaque élément du programme est scrupuleusement minuté, il ne faut pas qu'un incident quelconque retarde, ne fût-ce que de quelques secondes, un spectacle dont une des caractéristiques est de n'accorder aucune minute de répit au spectateur. Il existe donc, dans la coulisse, un chef de spectacle qui — par téléphone, sonneries et signaux lumineux — commande à tous les opérateurs du théâtre. Quand le rideau tombe sur l'équilibriste, l'appareil de projection de la cabine est déjà en marche, et son rayon lumineux dessine le titre du film sur le rideau pendant que l'écran et les haut-parleurs reprennent leur place. Tout est si exactement chronométré qu'au moment où, après le titre, apparaît la distribution du film, le rideau s'écarte devant l'écran, immobile depuis une seconde ou deux, jamais plus. La place même de l'écran est repérée au centimètre près, car les appareils de projection sont fixes, et il faut que la toile se place exactement dans leur faisceau lumineux.

On voit que, dans les cinémas modernes, toutes les ressources de la science sont mises à profit pour que les spectateurs jouissent non seulement d'un confort matériel parfait, mais encore d'une distraction dont aucun élément n'est laissé au hasard... Evidemment, il ne faut pas qu'une panne de courant survienne, car, dans ces temples de l'électricité, cette dernière fait rigoureusement tout : elle éclaire, elle chauffe, elle manœuvre rideau et appareils, elle produit le son, actionne les ascenseurs, fait entendre les sourds et totalise même la recette dans la caisse enregistreuse...

PIERRE KESZLER.

Comme le Chancelier Hitler a proclamé récemment que l'Allemagne aurait, d'ici trois ans, un réseau d'autostrades de plus de 7 000 km, et que chaque kilomètre coûte un demi million de marks, c'est, au minimum, trois milliards de francs que le Reich consacrerait à son équipement routier.



LE CROISEUR « COVENTRY », QUI, AINSI QUE LE CROISEUR « CURLEW » DU MÊME TYPE, VIENT D'ÊTRE TRANSFORMÉ EN CONTRE-AVIONS. Ces deux croiseurs légers ont été construits pendant la guerre, en 1917. Leur déplacement est de 4 290 tonnes, leur puissance de 40 000 ch et leur vitesse de 29 nœuds. Toute leur artillerie ordinaire a été remplacée par une artillerie contre avions, dont le champ de tir a été dégagé.

UN TYPE NOUVEAU DE NAVIRE DE GUERRE : LE « CONTRE-AVIONS »

L'AMIRAUTÉ BRITANNIQUE vient de créer un nouveau type de navire : le *contre-avions*. Ce n'est pas un simple projet : les deux premiers exemplaires de ce nouveau bâtiment de guerre entrent en service. En fait, le *Coventry* et le *Curlew* ne sont pas des navires neufs, mais deux anciens croiseurs de la classe *C*, qui date de la Grande Guerre. Ce sont deux navires frères, d'un déplacement de 4 290 tonnes, d'une longueur de 137 m, d'une largeur de 13,34 m, d'un tirant d'eau de 4,30 m, d'une puissance de 40 000 ch et d'une vitesse de 29 nœuds.

La transformation de ces croiseurs a consisté à dégager le champ de tir vertical des pièces, en supprimant le mât avant au-dessus de la hune, et en remplaçant le mât arrière par un autre mât situé plus sur l'avant ; toutes les pièces peuvent désormais tirer contre les avions, et l'ensemble de l'artillerie se répartit en deux groupes ; le groupe avant, situé sur l'avant de la passerelle, et le groupe arrière, situé sur l'arrière de la cheminée arrière, avec deux directions de tir correspondantes, l'une dans la hune avant, l'autre au centre du groupe arrière. Les quatre tubes lance-torpilles qui armaient chacun de ces croiseurs semblent avoir été supprimés.

Cette innovation de la première marine du monde ne fait que répéter un fait bien connu de l'histoire des armes : chaque fois qu'une arme offensive apparaît, l'arme défensive correspondante ne tarde pas à se créer.

Ces vingt dernières années ont connu l'expansion de l'aviation maritime ; l'Amirauté britannique, en annonçant son programme de mise en chantier de deux « capital ships », indiquait nettement sa fidélité au gros armement ; mais, pour s'y tenir, il lui était indispensable de protéger ses nouveaux cuirassés contre l'ennemi aérien.

Certes, on peut épaissir les ponts blindés pour protéger les fonds du navire, mais combien de temps cette cuirasse horizontale, fixée dès la naissance du navire, restera-t-elle efficace contre des bombes de plus en plus puissantes ?

Par ailleurs, on sait qu'un navire ne peut assurer, par le tir de son artillerie anti-aérienne, que la défense *rapprochée* contre

l'avion ; dès qu'il veut tirer d'un peu loin, son tir devient inefficace.

Le rôle du navire contre-avions nous apparaît donc clairement : transporter cette défense rapprochée, ce tir anti-aérien contre avions vers l'assaillant, de telle sorte que celui-ci soit obligé de le subir avant d'atteindre la position de lancement de ses bombes.

La solution actuelle, qui n'est que transitoire, permettra d'étudier expérimentalement le navire contre-avions, tant au point de vue des qualités que doit posséder ce type de bâtiment qu'en ce qui concerne son emploi tactique.

Dès maintenant, cependant, on peut dire que les contre-avions doivent avoir un tonnage fort, cela tient à l'important déploiement de feu d'artillerie dont ils doivent être capables, car la crise d'attaque aérienne est brève ; il faut donc un grand nombre de pièces à tir rapide, et chacune d'elle doit être abondamment approvisionnée.

La vitesse de ces croiseurs vieilliss qui sont le *Coventry* et le *Curlew* reste encore suffisante pour leur permettre d'accompagner une flotte de ligne, mais les contre-avions construits pour leur rôle propre devront être plus rapides, pour leurs manœuvres sur le champ de bataille.

Au point de vue tactique, il est évident que le secteur avant est celui où la veille devra être la plus nombreuse, mais, étant donné la supériorité de vitesse de l'avion sur le navire, il faudra pouvoir garder aussi les flancs et l'arrière ; d'autre part, on aura intérêt à créer un barrage aussi puissant que possible, pour forcer les avions, à une bonne distance de l'escadre, à se tenir à l'altitude où le tir des pièces légères automatiques n'atteint pas ; cette obligation pour les avions de lancer de haut diminuera leurs chances d'atteindre le but.

Une fois de plus, la défense apparaît comme devant créer un obstacle qui, pour n'être pas insurmontable, sera cependant difficile à franchir ; au-dessus du navire de ligne ne pourra plus se présenter qu'une aviation ennemie diminuée en nombre, ou dont les lancements seront moins précis.

Cap. de frég. PELLE DES FORGES.

PRENONS L'ÉCOUTE

VOICI DES AVIONS CATAPULTÉS PAR DES CAMIONS

Depuis plusieurs années, le problème du catapultage des avions est étudié en Allemagne. Deux maisons se sont spécialisées dans cette question : « Heinckel », à Warnemünde, et la « Deutsche Werke », à Kiel. (Celle-ci s'est plus particulièrement attachée à réduire l'encombrement du dispositif de lancement.) En général, dans ces opérations, on utilise l'air comprimé. Un piston, mu à grande vitesse dans un cylindre, entraîne, par l'intermédiaire d'un palan, un traîneau auquel il imprime une vitesse croissante. Le traîneau se meut lui-même sur des rails dont la longueur dépend de la vitesse initiale à imprimer à l'avion. Le rapport des vitesses du piston et du traîneau est fonction de la démultiplication du palan, qui, suivant le nombre de brins, donne au traîneau une vitesse de trois à six fois plus grande que celle du piston.

Telles sont les caractéristiques essentielles des divers modèles de catapultes « Heinckel ». Les premières, K.-2 et K.-4, ont été installées pour la première fois sur le *Bremen* et sur l'*Europa* ; elles sont à peu près semblables ; celles du type K.-6 sont plus puissantes : elles sont montées à bord du *Westphalen*.

Voici leurs principales caractéristiques : longueur totale, 27 m (K.-2 et K.-4), 42 m (K.-6) ; poids total, 24 tonnes (K.-2 et K.-4), 48 tonnes (K.-6) ; vitesse de lancement, 110 km (K.-2 et K.-4), 150 km (K.-6) ; poids maximum de l'avion catapulté, 3,5 tonnes (K.-2 et K.-4), 14 tonnes (K.-6).

Les Allemands ont pensé appliquer ce dispositif à l'aviation terrestre. Ainsi, en janvier 1932, on lit dans les *Technische Blätter* que, « pour des buts militaires, on recherchera des catapultes qui, montées sur des camions puissants, permettront aux avions de s'affranchir, dans les pays boisés ou montagneux, de la recherche de terrains d'envol appropriés ».

Ils possèdent maintenant pour leurs avions légers, destinés à assurer notamment la liaison entre leurs camps d'aviation et les états-majors de l'avant, des dispositifs de catapultage légers, capables de propulser les avions de 5 à 6 tonnes, analogues à ceux utilisés sur l'*Europa* ; le poids, par contre, a été réduit ; il ne dépasserait pas actuellement 18 tonnes et permettrait de lancer sur 30 m, à une vitesse de 180 km/h, les avions de 3 et 4 tonnes. Ces catapultes sont montées sur d'énormes camions automobiles, qui traînent derrière eux trois ou quatre remorques, sur lesquelles sont établis les chemins de roulement. Leur horizontalité est assurée au moyen de vérins ; l'installation s'effectue en moins de dix minutes. Le camion est, de plus, aménagé pour le transport de l'avion à lancer, afin de pouvoir, le cas échéant, l'amener rapidement du premier aérodrome où il aura atterri jusqu'à l'endroit où l'attend l'échelon du commandement qui lui indiquera la mission à remplir.

Parmi les camions allemands utilisés pour ce rôle de porteurs de catapulte, les plus employés sont le « Büssing-Mag » à trois essieux et le « Schenk » (transportant jusqu'à 50 tonnes).

RAIL CONTRE ROUTE

La politique française des décrets-lois concernant les transports sur routes et, par incidence, ceux sur rail, n'a eu jusqu'ici comme résultats que d'avantager ceux-ci aux dépens de ceux-là.

Pour certains, le déficit permanent et croissant de nos chemins de fer est dû en grande partie à la concurrence automobile, alors qu'il résulte, pour les observateurs impartiaux, d'une mauvaise exploitation qui n'a pas su se moderniser. En réalité, la clientèle que la route a soustrait au monopole de la voie ferrée est très minime : on estime qu'elle représente 600 millions de recettes sur près de 5 milliards, en 1934, pour l'ensemble des chemins de fer français (1).

Ce n'était pas là une raison déterminante pour paralyser l'essor des véhicules à traction mécanique destinés à transporter les voyageurs et les marchandises, en leur appliquant une réglementation systématiquement hostile. Ainsi la limitation de l'encombrement du poids, les taxations exagérées (droit de circulation et carburant), la limitation dans la liberté même de circulation, n'avaient évidemment pour but que d'avantager le « train » aux dépens de l'« auto ». Aussi, sur la construction des véhicules industriels, la répercussion a été immédiate. Qu'on en juge : 18 000 véhicules industriels vendus en 1935 contre près de 30 000 en 1933 ! C'est un désastre pour nos constructeurs. Ajoutons à cet état de choses toutes les interactions de ce ralentissement dans la production sur les commerces annexes : pneumatiques, carburants, — déjà si lourdement frappés, — sans oublier l'accroissement du chômage — et le mécontentement des usagers obligés de se retourner vers la voie ferrée moins souple et encore trop chère. Et cependant, en dépit du « dumping » (2) de certains tarifs récemment modifiés, l'exploitation ferroviaire ne paie pas, puisqu'on ne tient pas compte du prix de revient.

Ainsi le transport par un camion 10 tonnes sur la distance Paris-Lille revient à 92 f la tonne. Le chemin de fer l'offre à 70 f, ce qui est inférieur au prix de revient de l'exploitation routière privée et vraisemblablement à celui de l'exploitation ferroviaire. Sous prétexte que nos réseaux grèvent nos budgets de pertes de plus en plus lourdes, le gouvernement sacrifie donc la liberté au monopole. C'est une thèse économique que nous n'avons jamais soutenue ici : la concurrence, en effet, est génératrice de progrès, aussi bien au point de vue du matériel (rapidité, confort, etc.) qu'au point de vue exploitation (souplesse, tarifs, etc.).

Or, au nom de ce monopole, — quasi étatiste, — l'on amenuise l'effort de nos industries mécaniques en arrêtant l'essor de l'automobile en France, considérée surtout — aux yeux de nos dirigeants — comme source d'impôts. Comparons la politique pratiquée dans ce domaine à l'étranger (Allemagne, par exemple) : on constate qu'elle s'inspire de principes absolument opposés. Le dernier Salon de Berlin a mis en évidence le souci constant du Reich en matière de traction sur route. Il n'a pas craint de multiplier non seulement les usines pour véhicules industriels, mais encore les autostrades qui, cependant, — à en juger par la conception des dirigeants français, — devraient compromettre singulièrement les intérêts du rail. Nos industriels ne réclament cependant aucun privilège ; ils prennent à leur charge tous les risques et continuent à verser à l'État une grande part de leurs profits, quand profits il y a ! En contre-partie, ils exigent seulement la liberté d'action.

Ce sont les compagnies de chemins de fer qui se sont élevées contre une telle prétention ! Elles ont beau avoir tenté — un peu tard — d'adapter l'automobile à la voie ferrée, les autorails ne remplaceront jamais l'exploitation privée sur route

(1) Sur ces 600 millions de recettes pour les transports sur route, il faudrait déduire le bénéfice actuel résultant des produits automobiles (essences, huiles, pneus) qui empruntent la voie ferrée.

(2) Même pour le tourisme, le chemin de fer — malgré ses tarifs spéciaux — ne peut lutter efficacement contre l'automobile (voitures particulières et transports en commun), et la combinaison hybride qui consiste, par exemple, à transporter gratuitement une voiture familiale pour cinq voyageurs de 3^e classe sur 500 km (minimum) ne suffit pas à ramener la clientèle touristique au chemin de fer.

pour la souplesse du trafic et le coefficient d'exploitation. Le « porte à porte », pour les marchandises comme pour les voyageurs, ne relève pas du chemin de fer (1).

On a beau vanter l'effort de coordination du rail et de la route, on ne fera jamais accroire au public que les solutions apportées pour résoudre ce problème ont été judicieusement et impartialement retenues ! Il y a pire : jusqu'ici elles demeurent inopérantes ; le déficit s'est encore accru de plus de 300 millions en 1934 (il est de l'ordre de 4 700 000 000 environ pour cet exercice).

Les réseaux continuent donc à vivre de privilèges, puisque les intérêts de la route et de l'industrie automobile leur sont sacrifiés. Le fameux plan de coordination a fait faillite et n'a eu comme résultat que de restreindre l'essor d'une industrie en pleine activité : celle de l'automobile. Mais la loi du progrès scientifique est inéluctable : le moins bien armé succombe devant le mieux adapté.

RAIL ET ROUTE EN ALLEMAGNE

De 1933 à 1935 (en trois ans), le nombre des véhicules automobiles *fabriqués* annuellement en Allemagne s'est accru de plus de 380 % ; celui des véhicules *vendus*, de près de 350 % ; celui des automobiles en circulation (voitures de tourisme, de transport et véhicules industriels), de plus de 40 % (1 million environ actuellement), alors que l'exportation accusait elle-même une augmentation de 112 % ! Contrairement à ce qui se passe en France, où la circulation et l'industrie automobiles sont en régression, les chemins de fer, loin de souffrir de la concurrence routière, ont enregistré pour le Reich un bénéfice d'exploitation augmenté de près de 150 %, le nombre de voyageurs et de marchandises transportés s'étant accru respectivement d'environ 23 % et de 40 % pendant ces trois années.

LE DÉVELOPPEMENT DE L'INDUSTRIE AUTOMOBILE EN ALLEMAGNE

Le Reich, comprenant l'importance croissante de la motorisation et de la mécanisation des armées, s'est préoccupé, au cours de ces dernières années, de développer son industrie automobile alors fort en retard par rapport aux autres nations. C'est ainsi que nous avons vu croître progressivement et rapidement le personnel ouvrier dans les grandes firmes : en 1932, « Daimler Benz », par exemple, occupait moins de 9 000 ouvriers ; en 1935, il en occupe plus de 25 000 ! Il en fut de même, comme proportions, chez « Opel », « Auto-Union », « Man » (Diesel), « Adler », « Büssing Mag » (camions), soit un accroissement de près de 66 % pour la main-d'œuvre des usines automobiles en moins de trois ans ! Ajoutons qu'un outillage moderne et puissant se créait au fur et à mesure de cette extension, et cela — ce qui ne manque pas de piquant — avec l'argent étranger des « crédits gelés » en Allemagne ! Et voici les résultats de cette politique : en 1932, le Reich ne possédait que 650 000 véhicules automobiles environ (la Sarre n'était pas comprise à cette époque). La France tenait alors le second rang dans le monde avec 1 690 000. Deux ans après (1934), l'Allemagne nous annonce 870 000 ; la France enregistre alors près de 1 900 000 (record). Enfin, nous voici à l'été de l'an dernier (1935) : la production du Reich a bondi à plus de 1 055 000. Cette comparaison se passe de commentaires. En motocyclettes, il possède (à peu près à la même époque) près de 1 100 000 motos ! Un jour, le Chancelier a proclamé, lors d'une inauguration du Salon de Berlin, que l'Allemagne devait posséder, avant 1940, trois millions d'automobiles. Au train du développement ci-dessus, cela n'apparaît pas comme une gageure. Aussi le gouvernement hitlérien se propose-t-il de créer prochainement la voiture populaire de 6 000 f, à condition qu'elle puisse s'adapter aux exigences de la mobilisation (services des postes, des liaisons, des transports, etc.). Il est évident qu'à un tel prix une nouvelle couche d'acheteurs d'environ un million peut venir grossir les rangs des automobilistes allemands.

(1) Rien que par les emballages, l'économie réalisée est notable pour une marchandise qui circule par route par rapport à celle qui voyage en chemin de fer.

LES AUTOMOBILISTES ALLEMANDS ET LA MOBILISATION

Tout effort en Allemagne tend vers une application guerrière. Le Führer a incité les firmes « Mercedes » et « Auto-Union » à présenter prochainement une voiture utilitaire à bon marché (1 000 marks environ), qui puisse servir aux besoins des populations en temps de paix et aux exigences des armées en temps de guerre. Elle serait, bien entendu, « standardisée » de façon à permettre sa fabrication à bas prix, ainsi que celle des pièces de rechange nécessaires à son entretien. Cette politique vise évidemment à « équiper » le territoire en vue de la mobilisation. Aussi, à côté de la fabrication du matériel activement poussée, se poursuit le recrutement du personnel adapté à ses futures fonctions. Le Chancelier a maintes fois proclamé que rien ne sert de posséder un outillage, un armement, un équipement, si on ne forme pas parallèlement les spécialistes appelés à s'en servir. Avec les armées modernes, surindustrialisées, il faut aujourd'hui des techniciens qualifiés en nombre considérable. C'est dans ce but que fonctionne depuis peu le *National Sozialistische Kraftfahrer Korps* (N. S. K. K.), organisé comme toutes les autres formations pré et paramilitaires, et qui compte actuellement plus de un demi-million d'adhérents. Ils reçoivent l'instruction technique nécessaire, parallèlement à l'éducation militaire. C'est là une source précieuse où puisera avec profit l'armée mécanisée de demain. Les conceptions du grand état-major allemand reconstitué (et qui fonctionnait camouflé jusqu'en mars 1935) démontrent suffisamment que le moteur dans la bataille doit être un élément de succès car — entre autres avantages — il autorise la surprise. De là à pratiquer l'attaque brusquée...

LA PROGRESSIVITÉ DE L'ARMEMENT ET LA MOBILISATION INDUSTRIELLE

La *progressivité* dans la fabrication de l'armement en « voitures de combat », et surtout en chars d'assaut, apparaît comme une loi à laquelle, en temps normal, une armée moderne ne saurait se soustraire, exception faite pour la nation qui, *dès le temps de paix*, aurait « lancé » son industrie à un rythme voisin de celui de la guerre.

Telle est l'opinion récemment émise par le général Debeney. Il en résulterait que, si le Reich poursuit le dessein d'une guerre à « échéance », le jour où il dévoilera ses intentions, non seulement il pourra commencer les opérations avec un matériel *puissant* et *neuf*, mais encore il pourra, les hostilités commencées, accroître *sans arrêt* la quantité de matériel grâce au potentiel de son industrie. Il faudrait donc en conclure qu'au premier jour de la guerre, la *progressivité* dans l'armement des véhicules de combat se manifesterait au profit de l'Allemagne, alors que ses adversaires seront notablement en retard à ce point de vue par suite de l'état, à ce moment, de leur mobilisation industrielle dont le démarrage exigera des délais assez longs. Les exigences de la « motorisation » et de la « mécanisation » se manifesteront alors impérieusement au point de vue *fabrication* et *carburant*.

VOICI LE MOTEUR A AMMONIAC

L'Italie, victime des sanctions économiques, est obligée de faire appel à toutes les ressources de la science pour remplacer les carburants d'importation nécessaires à l'alimentation de ses moteurs. Après le gaz comprimé (1), le charbon pulvérisé (2), le gaz pauvre (gazogènes), voici le moteur à gaz ammoniac pour la propulsion des véhicules automobiles. Des essais viennent d'être entrepris avec ce carburant, qui laissent entrevoir une application économique et pratique de l'ammoniac provenant des usines de synthèse des produits azotés nécessaires à la préparation des poudres, des explosifs et des engrais.

(1) Voir *La Science et la Vie* n° 213, page 351. — (2) Voir *La Science et la Vie* n° 219, page 208.

LE CINÉMA SONORE N'A PAS ENCORE DIX ANS (1928)

Le cinéma sonore est la résultante des perfectionnements scientifiques réalisés dans ces trois domaines : photographie, phonographie, radiophonie, qui ont abouti aux deux principaux systèmes employés actuellement : 1° celui à densité constante ; 2° celui à densité variable (1). Rappelons que la largeur standard du film adoptée partout dans le monde est de 35 mm, en réservant à l'enregistrement sonore une bande large de 2 mm 7 seulement. Une largeur de 32 mm (environ) reste donc pour l'image et la perforation qui entraîne mécaniquement le film.

Comme la vitesse du son est inférieure à celle de la lumière, le son doit être toujours en avance sur l'image (un décalage de 19 images est maintenant universellement adopté). En général, une séance de cinéma telle qu'on en voit à Paris, par exemple, nécessite le déroulement de 4 500 m de pellicule (environ), soit 237 000 photographies différentes à la cadence de 24 images à la seconde. Ces vitesses exigent donc non seulement des appareils mécaniques précis (1/100^e de mm), mais encore résistants, car ils sont soumis à des efforts variés et à un travail continu sur une matière fragile comme celle qui constitue la pellicule du film sonore. Comme, aujourd'hui, on exige une grande luminosité de l'écran, il en résulte que les arcs électriques sont à fortes intensités, d'où chaleur beaucoup plus intense pouvant même détériorer pellicule et projecteur. Pour les salles d'actualités, la cabine de projection doit fonctionner sans défaillance du matériel, afin d'éviter toute interruption dans la projection. Quand on songe que les nouveaux appareils Philips, installés notamment à Paris, projettent jusqu'à 27 km de film en une journée, — soit seize passages de la même bande quotidiennement, — on peut se faire une idée de la robustesse et de la précision mécanique dont font preuve les appareils et de la qualité de la pellicule.

LE MOTEUR DANS LA BATAILLE

C'est pour des fins touristiques et commerciales que l'industrie accroît sans cesse la puissance, la précision, la souplesse du moteur à combustible liquide ; c'est à des fins guerrières qu'aboutiront ces progrès techniques le jour d'un nouveau conflit armé.

Le moteur est désormais le facteur essentiel dans la bataille, pour les armées de terre, de mer et de l'air. La motorisation nous a ainsi apporté de nouveaux engins : les uns où l'on s'installe pour combattre (chars et automitrailleuses) ; les autres, de transport, d'où l'on descend pour utiliser ses armes sur le champ de bataille (engins de manœuvre). Le camion notamment — organe de ravitaillement (vivres et munitions) et de transport de troupes — est appelé à rendre des services de plus en plus grands : le conflit italo-abyssin a montré quel parti en ont tiré les troupes italiennes dans un pays où la guerre de mouvement est particulièrement difficile.

POUR L'APPROVISIONNEMENT EN CARBURANTS

L'Angleterre — comme toutes les nations qui ne possèdent pas le pétrole sur leur sol métropolitain — se préoccupe de ses approvisionnements en carburants, qu'elle doit aller chercher dans ses possessions d'outre-mer. C'est pourquoi elle vient d'intensifier la construction de navires pétroliers de 13 000 tonnes (2) et de navires-citernes rapides à moteurs. En cas de conflit, il faut, en effet, prévoir que les routes maritimes seront menacées par les croiseurs ennemis. Il y a loin de la Grande-Bretagne aux champs pétrolifères de l'Irak (6 000 km), au golfe Persique (9 000 km), et autres régions où la puissance navale et militaire du Royaume-Uni devra aller « puiser » le carburant nécessaire à ses armées et à ses flottes.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 213, page 206.

(2) L'Allemagne vient de mettre en chantier un pétrolier de 17 000 tonnes, et elle a reçu commande de deux tankers de 15 000 tonnes pour le compte de l'étranger.

LE « DOPING » DANS LES COURSES AUTOMOBILES ET HIPPIQUES

Pour les courses automobiles internationales, le code sportif et les règlements des grandes épreuves imposent aux véhicules des minima et des maxima de dimensions, de poids, fixent le nombre de places et les cylindrées. Par contre, le carburant est libre. Il fut un moment question d'imposer aux voitures de course un carburant identique. Mais, devant les difficultés d'éviter la fraude par adjonction de produits antidétonants, on y renonça. En effet, ces substances, en quantités très minimes et difficiles à déceler par les procédés d'analyse chimique et physique, avantageraient les concurrents peu scrupuleux. On sait que certains de ces antidétonants peuvent être introduits dans le carburant, par exemple sous forme de petites pastilles solubles, et même en revêtant la paroi interne du réservoir avec une peinture à base de matière antidétonante... C'est pour cette raison que les formules internationales ont préféré s'abstenir dans la réglementation du carburant, en laissant à chacun la liberté de son choix pour éviter ce genre de « doping » dans le domaine des courses automobiles. On sait, du reste, qu'en matière de courses hippiques, grâce à la science, on peut aussi frauder par un procédé — pratiquement impossible à déceler — qui consiste à injecter au cheval, avant la course, des « hormones » (1) qui stimulent — pour un temps suffisant correspondant à la durée de l'effort à fournir pendant l'épreuve — les qualités musculaires et nerveuses de l'animal. L'habileté du fraudeur — dont la science se fait ainsi complice — est d'introduire dans le carburant du moteur, comme dans l'organisme du cheval, des substances actives difficiles à déceler pratiquement d'une façon certaine.

LES AUTOMOBILES DE COURSE A GAZOGÈNE

Lors de la course automobile de « mille milles » qui s'est courue en Italie, en avril dernier, les concurrents n'avaient pas le droit d'user de carburants d'importation (essence) et autres produits pétroliers. Aussi l'on vit des moteurs approvisionnés en carburants dits « nationaux » (alcool, bois, charbon de bois, etc.). Le vainqueur, Briovio, avait équipé son véhicule avec un gazogène « Florini », alimenté au gaz pauvre produit par le charbon de bois. C'est là une consécration de l'emploi du gazogène pour la traction mécanique (sur route comme sur rail). D'autre part, en France, des essais sont poursuivis pour remplacer le charbon de bois par de l'*anthracite* spécialement préparé à cet effet. Il est évident que, si les résultats de cette expérience sont concluants, le problème du ravitaillement en carburant solide sera simplifié et pourra se développer parallèlement à l'utilisation des produits de la forêt française.

L'AVENIR DE LA GLACE SÈCHE

La Science et la Vie a exposé comment la fabrication synthétique de l'ammoniaque laisse comme sous-produit du gaz carbonique pur, qui sert à obtenir la *glace sèche* ou neige carbonique (2). Elle est employée, beaucoup plus à l'étranger qu'en France, dans les industries alimentaires (conservation et transport des denrées périssables, etc.) Comme, en « fondant », elle passe à l'état gazeux sans passer par l'état liquide, elle est d'une manipulation aisée et, de plus, elle a un pouvoir frigorifique meilleur que la glace ordinaire. Aussi les Américains en consomment-ils annuellement de grandes quantités (près de 60 000 tonnes). L'Allemagne et la Scandinavie en font aussi un ample usage. Quant à la France, elle n'utilise même pas le gaz carbonique, résidu des usines de Toulouse où l'on fabrique, pour le compte de l'État, plus de 120 tonnes d'ammoniaque synthétique par jour. L'Italie vient d'utiliser avec succès la « glace carbonique » pour le ravitaillement et le service de santé de son corps expéditionnaire. Dans des circonstances difficiles, résultant à la fois du climat et de la géographie des régions parcourues par les armées en campagne, il a fallu construire des stations-magasins et installer des hôpitaux de campagne où cette « glace » est précieuse.

1) Voir *La Science et la Vie*, n° 214, page 301. — (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 204, page 280

OU S'ARRÊTERA LE DÉFICIT DE NOS CHEMINS DE FER ?

En 1932, le déficit cumulé pour les chemins de fer français s'élevait à 5 milliards. En 1936, il dépasse 26 milliards. Parallèlement, les charges budgétaires correspondantes sont passées de 600 millions, en 1931, à 1 100 millions, en 1936. Ces chiffres sont éloquentes et prouvent que notre exploitation ferroviaire n'a trouvé aucune solution efficace depuis que les pouvoirs publics s'en préoccupent. Le gouvernement s'est imaginé atténuer les difficultés budgétaires, en ce qui concerne nos réseaux, en imposant à l'automobile des restrictions et des taxes croissantes : c'est une politique en opposition avec celle pratiquée notamment en Allemagne (1) pour le développement des transports routiers.

Non seulement le Reich cherche à développer « la voiture pour tous », mais encore à intensifier les transports par véhicules industriels. Qu'on en juge par les faits suivants ! Depuis le 1^{er} mars 1933, les voitures à usage personnel neuves sont exonérées, en Allemagne, de l'impôt de circulation. Depuis le 1^{er} juin 1933 et le 16 octobre 1934, les commerçants et industriels sont autorisés à déduire de leurs revenus imposables les sommes consacrées à l'achat de matériel roulant. Ces dégrèvements atteignent, suivant les cas, de 25 à 75 % du prix de ces véhicules.

Mais, en 1935, de nouveaux dégrèvements favorisent à nouveau l'essor de l'industrie automobile. En effet, les véhicules neufs dépassant 5 tonnes sont détaxés dans la proportion de 5 % jusqu'à 50 % pour les camions atteignant 9 tonnes. Pour les véhicules fonctionnant avec des carburants autres que l'essence et les huiles lourdes de pétrole, l'impôt est réduit de 50 à 80 %. Enfin, pour les tracteurs lourds neufs, la réduction de la taxe peut atteindre 50 %.

Ajoutons que, pour les remorques, les tracteurs employés à l'agriculture, la fiscalité allemande diminue non seulement de plus en plus les impositions, mais vient de les supprimer totalement pour les exploitations rurales. Et cependant les chemins de fer du Reich voient leur bénéfice d'exploitation s'accroître.

LA VITESSE DES NOUVEAUX PAQUEBOTS A MOTEURS

L'accroissement de la vitesse des paquebots à moteurs s'est surtout manifesté depuis 1930 : alors, cette vitesse ne dépassait pas 17 nœuds (navires à moteurs japonais). Progressivement, elle est passée, en 1935, à 20,5 nœuds (Compagnie « Péninsular ») pour atteindre aujourd'hui couramment 21 nœuds (paquebots italiens de la ligne d'Extrême-Orient). En présence de la construction par les armateurs allemands de nouveaux paquebots à turbines dépassant 25 nœuds, l'Italie vient de décider d'améliorer ses deux paquebots (*Conte Rosso* et *Conte Verde*), qui filent environ 20 nœuds, en accroissant la puissance de l'appareil moteur. Bien mieux, elle a décidé de mettre en chantier un nouveau paquebot qui atteindra la vitesse de 24 nœuds (près de 45 km/h). Dans le même ordre d'idées, les compagnies de navigation italiennes, qui ont été parmi les premières à généraliser l'emploi des navires à moteurs (motorships) — à cause, notamment, de l'économie de combustible, de la constance de la consommation, de la vitesse, etc., — ont décidé également de transformer les magnifiques paquebots *Saturnia* et *Vulcania* en y installant des appareils moteurs encore plus puissants (deux moteurs de 14 000 ch), de façon à leur permettre de réaliser un service encore plus rapide sur leurs lignes transocéaniques.

Parallèlement à cet effort des armateurs utilisant le moteur à combustion interne pour la propulsion de leur flotte, les cargos ont accru leur vitesse dans une proportion équivalente à celle des paquebots.

(1) Les dernières statistiques publiées en Allemagne démontrent que les transports sur route se sont notablement développés grâce aux mesures prises par le gouvernement du Reich, mais que les chemins de fer allemands, loin de subir l'influence de l'automobile, ont, de leur côté, *augmenté* leur trafic et leurs bénéfices de 150 %, de 1933 à 1935, pour le bénéfice d'exploitation ; de 23 % pour le nombre des voyageurs ; de 40 % pour les marchandises pendant ces trois années.

LA VIE, LA LUMIERE, LES COULEURS DE LA NATURE...



... CHEZ VOUS AVEC LES PAPIERS PEINTS LEROY

C'est la vie, la lumière, les couleurs de la nature que l'on retrouve en feuilletant la collection 1936 des Papiers Peints Leroy.

Par cet ensemble de 2080 modèles, dont 1505 nouveaux, les Papiers Peints Leroy ont donné une fois de plus la preuve éclatante de leur puissance et de leur maîtrise.

Pour reproduire les créations originales demandées à plus de

300 dessinateurs, l'équipe la plus enthousiaste a disposé du matériel le plus moderne, des laboratoires les mieux outillés.

Le résultat, c'est ce magnifique ensemble de dessins et de coloris parmi lesquels vous choisirez, chez votre fournisseur, les beaux papiers qui mettront en fête votre maison.



Ouvrez votre maison au charme des beaux jours!



Laissez le soleil égayer votre maison sans crainte de le voir faner vos papiers peints : s'ils sont garantis "solides à la lumière" par la marque Leroy, ils ne passeront pas. La puissance et le prestige de la maison vous en donnent la meilleure des garanties.

C'est également cette puissance qui

a permis à la Société Leroy de doter la décoration moderne de cette merveille qu'est le papier peint Hélios.

C'est encore grâce à cette puissance que la Société Leroy peut pratiquer les prix les plus bas.

Consultez, chez votre fournisseur, la Collection 1936 des Papiers Peints Leroy.

PAPIERS PEINTS **LEROY**

LA « QUEEN MARY » ET LA « NORMANDIE » LUTTENT DE VITESSE POUR LA CONQUÊTE DU RUBAN BLEU

Par François COURTIN

Le nouveau paquebot Queen Mary (1), rival de la Normandie (2) sur la route de l'Atlantique Nord, entreprend sa première traversée. Il est très probable qu'il pourra ravir du premier coup au « superliner » français le ruban bleu que celui-ci avait conquis l'an dernier à pareille époque. Les chiffres publiés récemment à la suite des essais de vitesse à la mer de la Queen Mary, sont, en effet, supérieurs à ceux correspondants de la Normandie. Il doit subsister un écart du même ordre entre les vitesses moyennes en service régulier. Il est juste, toutefois, de rappeler que, pendant l'établissement des performances du paquebot français, ses turbines développaient seulement 160 000 ch, alors que la Normandie comme la Queen Mary peuvent disposer au total de 200 000 ch. Les caractéristiques générales des deux navires : longueur, largeur, tonnage, puissance des machines, sont sensiblement les mêmes. Grâce à sa réserve de puissance, grâce aussi à la forme nouvelle de sa coque (3) due aux recherches de l'ingénieur français Yourkevitch (d'origine russe), qui s'oppose à celle plus classique du bâtiment anglais, la Normandie peut reconquérir — un jour — la première place dans la lutte pour la plus grande vitesse. Rivaux sur le plan technique, les deux super-paquebots vont collaborer étroitement sur le plan commercial, car leurs appareillages doivent alterner régulièrement pour assurer un service postal hebdomadaire entre les deux continents. La Grande-Bretagne et la Hollande poursuivent, d'autre part, le renouvellement et la modernisation de leur flotte commerciale sur la ligne de l'Amérique du Nord. Non seulement des unités nouvelles viennent d'y être mises en chantier, mais on étudie actuellement, en Angleterre, les devis de construction d'une seconde Queen Mary, qui sera sans doute plus petite. Enfin, l'Amérique elle-même envisage — dit-on — la construction sensationnelle de paquebots dits « aérodynamiques » (quant aux superstructures) déplaçant 100 000 tonnes, filant 38 nœuds et pouvant embarquer 10 000 passagers ! C'est là, à notre avis, une tentative audacieuse pour dépasser les possibilités actuelles et qui nous apparaît sortir du domaine des réalisations pratiques. La Normandie et la Queen Mary resteront sans doute longtemps encore les champions du tonnage et de la vitesse sur les océans.

Au moment où paraîtront ces lignes, le paquebot *Queen Mary*, rival anglais de la *Normandie*, sera sur le point d'entreprendre sa première traversée de l'Atlantique : 27 mai 1936.

Nous savons, pour les avoir éprouvées il y a un an, la fierté et l'émotion d'un grand pays au moment où un tel chef-d'œuvre commence à « vivre ». Chez les Anglais, il se mêle bien certainement à ces sentiments une sorte d'angoisse : la *Queen Mary* reprendra-t-elle à son compétiteur français le « ruban bleu », symbole de la plus grande vitesse sur les océans ? Les essais réalisés ne permettent pas de conclure avec certitude.

Certes, la *Normandie*, elle aussi, était partie à sa conquête ; mais le succès ne

pouvait être mis en doute. Sa supériorité était incontestable, quels que fussent les mérites des grands paquebots allemands (*Bremen* et *Europa*) et italiens (*Rex* et *Conte di Savoia*) qui se l'étaient disputé depuis 1929.

Il n'en est pas de même aujourd'hui. La *Normandie* et la *Queen Mary* s'alignent à armes égales. Bien probablement, la victoire définitive de l'une ou de l'autre s'établira à quelques dixièmes de nœud, c'est-à-dire quelques quarts d'heure sur la durée de la traversée Europe-Etats-Unis : un peu plus de 100 heures à 30 nœuds de moyenne...

La *Queen Mary*, ne l'oublions pas, doit surclasser un paquebot qui n'a pas encore été « poussé » à fond et dont le meilleur « temps », en 24 heures, s'établit de la façon suivante (2-3 juin 1936) :

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 224, page 144.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 210, page 445.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 217 page 58.

Distance parcourue en 24 h.	754 milles
Vitesse moyenne	31,40 nœuds
Nombre de chaudières en service	27 sur 29
Nombre de brûleurs en service	108 sur 116
Consommation totale (mazout) en 24 heures.....	1 207 tonnes
Puissance moyenne développée	160 500 ch
Nombre moyen de tours d'hélice	218,5 t/mn

C'est une performance d'autant plus remarquable que les turbo-alternateurs de la *Normandie* sont susceptibles de développer une puissance totale supérieure à 200 000 ch et qu'il avait été prévu 238-248 t/mn, à la puissance de 160 000 ch, pour une vitesse d'à peine 30 nœuds.

Or, 200 000 ch, c'est la puissance que les chaudières et les turbines du nouveau paquebot anglais sont, elles aussi, capables de fournir et, d'autre part, la *Normandie* et la *Queen Mary* ont, à peu de choses près, les mêmes dimen-

sions et le même tonnage (voir le tableau des caractéristiques ci-dessus).

On remarquera les chiffres longueur hors tout et jauge brute totale : ils sont officiels. La *Normandie* est, sans conteste possible, le plus long et le plus grand paquebot du monde.

Nous ne reprendrons pas les raisons techniques qui ont conduit les ingénieurs navals français et britanniques à ces dimensions. Nous les avons longuement indiquées ici même. L'un et l'autre bâtiments ont été étudiés pour permettre le maintien d'un service postal hebdomadaire Europe-Etats-Unis, avec deux paquebots seulement au lieu de trois et l'on sait que la Compagnie « Cunard-White Star » et la Compagnie Générale Transatlantique se sont mises d'accord pour fixer les horaires de la *Queen Mary* et de la *Normandie*, de telle façon que leurs appareillages, dans l'un et l'autre sens, alternent régulièrement. Ainsi leurs services se compléteront et, sans que leur « rivalité » cesse, il y aura pour leurs arma-

teurs la certitude d'une exploitation commerciale aussi rationnelle que possible.

La coque de la « Queen Mary » est de forme plus classique que celle de la « Normandie »

Bien qu'elles aient des caractéristiques générales analogues, la *Normandie* et la *Queen Mary* diffèrent sensiblement, à plusieurs égards, et nous allons le préciser, notamment en ce qui concerne les formes de coque et l'appareil moteur, deux points extrêmement importants dans la construction d'un grand paquebot.

Sept mille essais au bassin d'essai des carènes, effectués au moyen de dix-sept modèles successifs, ont été nécessaires pour

la détermination des formes de coque jugées les meilleures par les constructeurs de la *Queen Mary*.

Mais, alors que des études analogues avaient conduit les architectes navals français à un tracé entièrement nouveau (formes Yourkevitch : lignes

Dimensions — Tonnage	« Queen Mary »	« Normandie »
Longueur hors tout.....	310 m 50	313 m 75
Largeur.....	35 m 97	35 m 90
Creux de la quille au point le plus élevé de la superstructure.....	41 m 15	39 m 50
Creux de la quille au sommet de la cheminée avant.....	54 m 87	55 m
Creux de la quille à la pomme du mât.....	71 m 34	73 m
Jauge brute totale.....	80 773 tx	82 799 tx

LES PRINCIPALES DIMENSIONS COMPARÉES DES DEUX PAQUEBOTS « NORMANDIE » ET « QUEEN MARY »

creuses à la flottaison, étrave à bulbe, etc.), il est curieux de constater que leurs confrères anglais ont conclu à l'adoption de formes résolument classiques.

On a écrit que le paquebot de la « Cunard » *Aquitania*, construit en 1914, avait été, à cet égard, une extrapolation de la fameuse *Mauritania* (1906), « tenant » pendant plus de vingt ans du record de vitesse des paquebots ; il en serait de même, cette fois encore, pour la *Queen Mary*, par comparaison avec la *Normandie*. Tout au plus, cédant à la mode, a-t-on doté le nouveau paquebot d'un arrière type « croiseur », d'une étrave avec une légère guibre ; mais, jusqu'à la flottaison, celle-ci est droite et, à sa partie inférieure, elle ne présente pas de renflement bulbeux comme ceux qui caractérisent les récents grands paquebots allemands et italiens et la *Normandie*.

Les essais au bassin des carènes des modèles de la *Queen Mary* ont eu lieu en imaginant toutes les circonstances possibles : mer calme, grande houle, tempête, etc. Non

seulement on a étudié la « fuite » des filets d'eau, le profillement des appendices de coque, la formation du « sillage », le fonctionnement des hélices et leur régime, pour déterminer leur meilleure position et leur rendement ; on s'est également occupé des superstructures. Dans cet ordre d'idées, on ne peut qu'être surpris de l'encombrement des ponts supérieurs du nouveau paquebot anglais, où s'entassent ventilateurs et appareils de tous genres. Sans doute, les solutions d'outre-Manche ne sont-elles pas inférieures à celles qu'ont adoptées les ingénieurs français ; il n'en reste pas moins que le château central et les ponts supérieurs de la *Queen Mary* ne présentent pas cette apparence nette et dégagée qui contribue grandement à l'harmonie et à l'élégance de la silhouette de la *Normandie*. A cet égard, les photos de cette page sont caractéristiques.

Horizontalement, la coque du nouveau

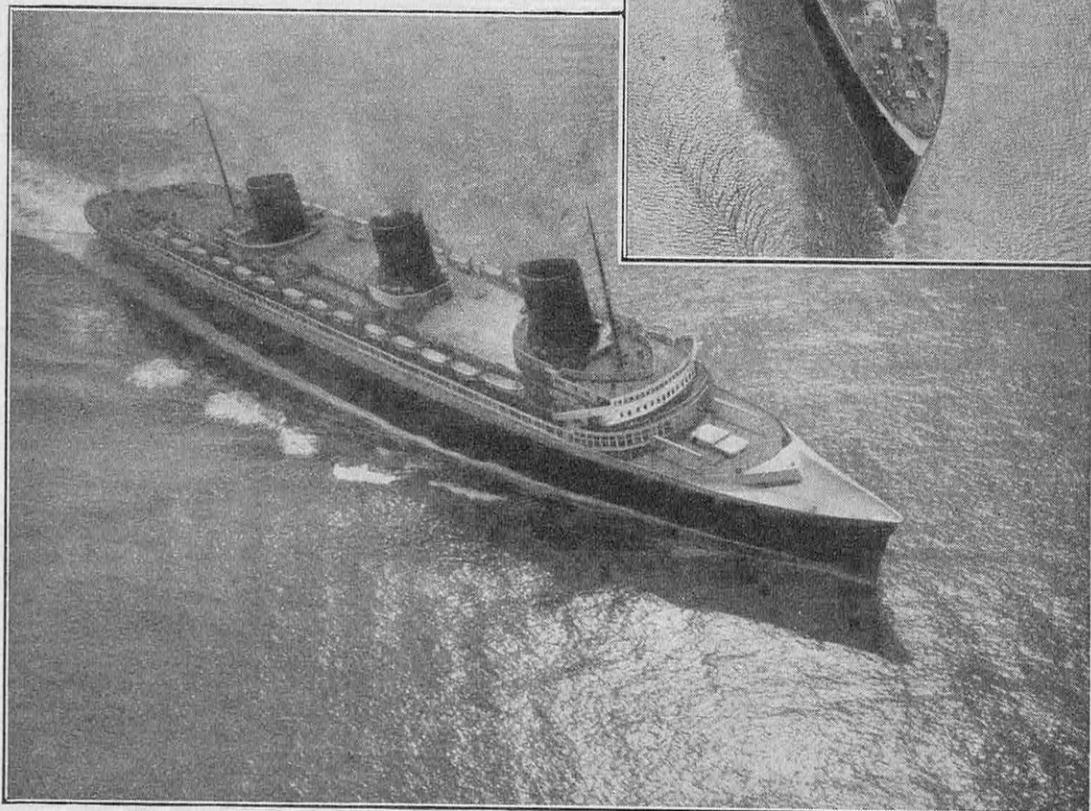
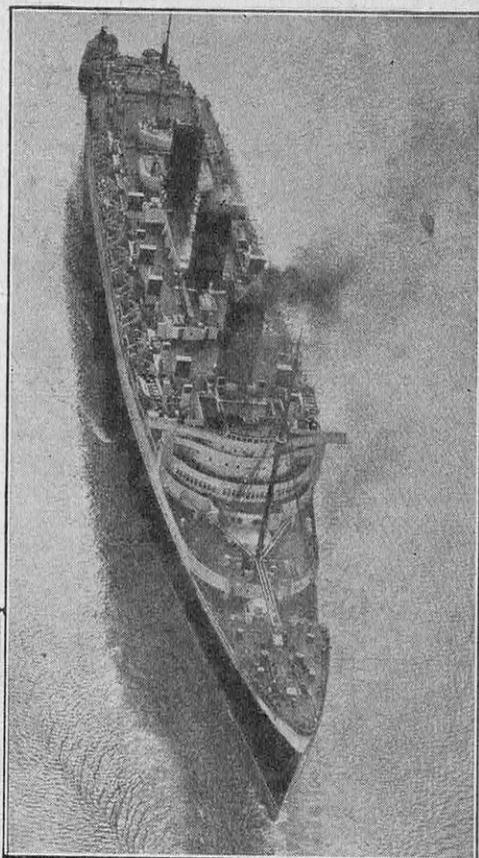


FIG. 1 ET 2. — VUES AÉRIENNES DE LA « QUEEN MARY » EN HAUT ET DE LA « NORMANDIE » EN BAS

« cunarder » comporte douze ponts ; transversalement, elle est divisée par dix-huit cloisons étanches ; d'autre part, un double fond s'étend sur toute la longueur et comprend soixante-dix compartiments principaux. A hauteur des chaufferies et des appareils moteurs et auxiliaires s'élève une

double coque, dont les cloisons contribuent à la résistance longitudinale et qui est, elle aussi, partagée en compartiments étanches (90), utilisés tant pour le combustible que pour les réserves d'eau douce.

Afin de limiter la fatigue dans les superstructures (un navire est une sorte de

« poutre » flexible), la *Queen Mary* a été pourvue de trois joints glissants, et pour éviter les poids excessifs dans le platelage des ponts supérieurs, qui doivent être renforcés en beaucoup d'endroits, on a fait grand usage, dans cette région, d'aciers à haute limite élastique (25 kg par mm²) ce qui a permis notamment une grande économie de poids de l'ordre de 11,5 %.

L'appareil évaporatoire de la « Queen Mary »

L'appareil évaporatoire de la *Queen Mary* a été conçu suivant les mêmes principes que celui de la *Normandie*. Dans l'un et l'autre cas, la vapeur est fournie par des chaudières à tubes d'eau timbrées à 27 kg/cm² environ et à une température de 370°. Ces chaudières sont au nombre de vingt-quatre à bord du nouveau paquebot anglais (vingt-neuf timbrées à 28 kg/cm² sur son rival français) et sont installées dans des chaufferies en vase clos, ce système ayant été adopté de préférence au tirage forcé. L'air est refoulé dans les chaufferies et, de là, dans les réchauffeurs d'air avant d'être envoyé dans les foyers. Ce dispositif facilite l'installation des tuyautages et conduits d'air ; d'autre part, la circulation d'un fort débit d'air autour des chaudières diminue la température des compartiments de chauffe et facilite le travail des hommes de quart. En outre, trois chaudières cylindriques, timbrées à 17 kg/cm², alimentent les turbo-génératrices de la « centrale » hôtel, le circuit chauffage, le service des cuisines, etc. A bord de la *Normandie*, les quatre chaudières analogues, timbrées à 10 kg/cm², servent surtout à assurer la réparation en eau distillée des circuits principaux (chaudières à tubes d'eau). Outre une économie sensible, ce dispositif évite les complications qu'entraîne parfois la conduite des bouilleurs.

Les soutes de la *Queen Mary* peuvent renfermer 6 300 tonnes de mazout ; elles ont été aménagées de telle sorte que leur plein puisse être effectué en huit heures à peine, ce qui permettra au paquebot d'être en mesure d'appareiller, de nouveau, moins de douze heures après son arrivée au port. Pour bien apprécier la rapidité du « mazoutage » d'un paquebot comme la *Queen Mary*, il faut se souvenir qu'un grand paquebot d'il y a vingt ans (*Olympic*, de 46 000 tonneaux, par exemple, 60 000 ch et 21 nœuds), qui chauffait au charbon, avait besoin de trois jours pour faire le plein de ses soutes. On juge du progrès ainsi accompli.

« Normandie » : transmission électrique. « Queen Mary » : transmission par engrenages

La vapeur, par contre, n'est pas utilisée de la même façon à bord de la *Normandie* et de la *Queen Mary*. Dans les deux cas, elle se détend bien dans des groupes de turbines ; mais, tandis que les quatre ensembles de turbines du paquebot français commandent à quatre alternateurs dont chacun alimente en courant un moteur électrique directement branché sur une hélice, — solution aussi moderne que hardie, — les turbines de la *Queen Mary* commandent aux hélices par l'intermédiaire d'engrenages réducteurs à simple réduction.

C'est une différence essentielle au point de vue « transmission ».

La décision de la « Cunard-White Star » en faveur de cette solution n'a pas été prise, d'ailleurs, sans une longue controverse. Lorsqu'en 1929, en effet, on étudia les avant-projets des plans du nouveau navire, des divergences d'opinion très marquées se manifestèrent entre les techniciens chargés de leur élaboration. Partisans de la turbine à attaque directe, de la turbine à engrenages, de la propulsion turbo-électrique, du Diesel (transmission directe et transmission électrique), se sont affrontés et, pour les départager, constructeurs et armateurs décidèrent de s'en remettre à la décision d'un comité comprenant dix spécialistes de la machine marine.

A vrai dire, il ne semble pas que les partisans de la turbine à attaque directe aient eu vraiment des chances sérieuses. On sait, en effet, que le rendement de la turbine s'accroît sensiblement avec sa vitesse de rotation ; tandis que le rendement d'une hélice marine est meilleur lorsqu'elle tourne lentement. La formule de la turbine à attaque directe ne pouvait donc se défendre que dans la mesure où il n'existait pas de dispositif permettant d'utiliser au maximum les avantages de la turbine. Or, aujourd'hui, on dispose de deux moyens : la transmission mécanique à l'aide d'engrenages réducteurs et la solution turbo-électrique.

Au moment de l'entrée en service de la *Normandie*, nous avons indiqué, dans ces colonnes, les avantages et les inconvénients de cette dernière solution : les Anglais l'ont écartée en raison de son coût plus élevé et parce qu'ils tenaient à une solution parfaitement éprouvée. Or, malgré d'excellentes « références », il est incontestable que celles-ci étaient très récentes.

La solution Diesel fut écartée pour des raisons analogues et aussi en raison du risque considérable de trépidations qu'elle eût entraîné. Pour une puissance de 200 000 ch, en effet, il eût fallu prévoir douze ou seize moteurs — véritables machines à pilon — et, dans le cas de la transmission mécanique (par opposition à la solution Diesel-électrique), leur accouplement par trois ou quatre à chacun des arbres

1932, 100-120 000 ch), qui ont parfaitement supporté l'épreuve d'un service intensif analogue à celui auquel sera soumis l'ensemble moteur de la *Queen Mary*.

A l'origine, au moment des premières réalisations de turbines avec engrenages réducteurs, on hésita quelque temps entre la simple et la double réduction. Dans le premier cas, un pignon, commandé directement par la turbine, attaque un autre



FIG. 3. — UNE SALLE DE CHAUFFE DU PAQUEBOT « QUEEN MARY »

Le nouveau paquebot anglais possède 24 chaudières à tubes d'eau timbrées à 27 kg/cm² fournissant de la vapeur à 470 degrés aux turbines à vapeur actionnant les hélices.

d'hélice. Certes, c'eût été une solution très nouvelle, très élégante ; mais on comprend facilement que l'on n'ait pas voulu commencer par une expérience de cette importance.

Pourquoi les Anglais ont préféré la transmission par engrenages réducteurs

La solution des engrenages réducteurs, au contraire, a été largement éprouvée depuis quelque dix-huit ans. L'appareil moteur du croiseur de bataille anglais *Hood* a été réalisé avec succès, dès 1920 (144 000 ch). Plus probantes encore ont été les applications faites à bord des paquebots allemands *Bremen* et *Europa* (1929, 130 000 ch) et italiens *Rex* et *Conte di Savoia* (1931-

pignon de diamètre beaucoup plus grand, calé sur l'arbre d'hélice. Dans le second, un pignon intermédiaire est intercalé entre les deux que nous venons d'indiquer. Le montage des engrenages à double réduction est extrêmement délicat et coûteux.

De nombreux incidents ont fait à peu près complètement abandonner le montage à double réduction, malgré que l'économie de combustible fût plus importante avec cette formule qu'avec les turbines à simple réduction (20-21 % au lieu de 15 % en moyenne, par comparaison avec les turbines à attaque directe).

Il est caractéristique que le comité d'experts britanniques se soit rallié à la formule la plus orthodoxe, la moins hardie

après celle des turbines à attaque directe. Ce n'est pas diminuer le mérite des constructeurs de la *Queen Mary* que de constater que, dans presque tous les cas, chaque fois qu'il y avait le choix entre plusieurs, ils ont écarté, en fin de compte, toutes les solutions un peu nouvelles. L'industrie des constructions navales a fait des progrès considérables depuis une dizaine d'années, mais les ingénieurs anglais chargés de l'élaboration des plans du nouveau « cunarder » ont admis, avant tout, que l'expérience et les facteurs

robustesse, sécurité et endurance devaient primer toutes autres considérations. Tel quel, l'appareil moteur de la *Queen Mary* représente un effort considérable : chacun des quatre groupes de turbines en comporte quatre pour la marche avant. Dans chacun d'eux, la vapeur se détend successivement dans une turbine haute pression, deux moyenne pression, une basse pression

et deux turbines spéciales pour la marche arrière sont logées : une dans le corps moyenne pression n° 2, l'autre dans le corps basse pression. Ces quatre groupes sont installés dans deux compartiments distincts : celui de l'avant pour les hélices extérieures, celui de l'arrière pour les hélices intérieures. On peut s'imaginer la précision de l'usinage des engrenages réducteurs de la *Queen Mary*, dont chaque ensemble transmet aux hélices une puissance de 50 000 ch par l'intermédiaire d'une roue réductrice principale de 4 m 25 de diamètre, d'un poids de 51,5 tonnes, le bâti inférieur de chaque réducteur pesant à lui seul 54,5 tonnes. Cette précision doit être d'autant plus minutieuse qu'elle conditionne le « silence » de ce type d'appareil moteur, et c'est là une nécessité absolue au point de vue d'un bâtiment à

passagers. On a prétendu que les turbines de la *Queen Mary* reposeraient sur un dispositif amortisseur de trépidations : aucune précision, pas plus positive que négative, n'a été donnée à ce sujet par les constructeurs ; mais il est hors de doute qu'ils ont pris des précautions minutieuses pour parer aux inconvénients très graves que peuvent entraîner bruits et vibrations (1).

Signalons que les hélices de la *Queen Mary* sont les plus lourdes qui aient été usinées jusqu'à ce jour ; chacune d'elles a nécessité

la coulée de 53 tonnes de métal, pèse 35 tonnes (25 tonnes pour les hélices de la *Normandie*) et mesure 6,097 m de diamètre.

Toute la machinerie auxiliaire (turbines, chaufferies et appareil à gouverner), à l'exception des pompes alimentaires, commandées par les turbines motrices, est conduite électriquement. L'énergie nécessaire est produite par quatre groupes électrogènes à

simple réduction de 1 300 kW chacun (courant continu à 225 volts) et une autre « centrale », complètement distincte de la première et comportant trois groupes analogues, est affectée spécialement aux services hôteliers du bord et aux auxiliaires de pont (treuils, guindeaux, etc.). En cas d'avarie on pourrait relier ces deux centrales ; il existe, d'autre part, une « centrale » de secours comportant deux groupes Diesel-électrogènes de 150 ch chacun.

Les embarcations de sauvetage à moteur Diesel

La *Queen Mary* se différencie de la *Normandie* par d'autres points : c'est ainsi que tous les canots de sauvetage du nouveau « cunarder » sont automoteurs. Mais, au lieu

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 227, page 377.

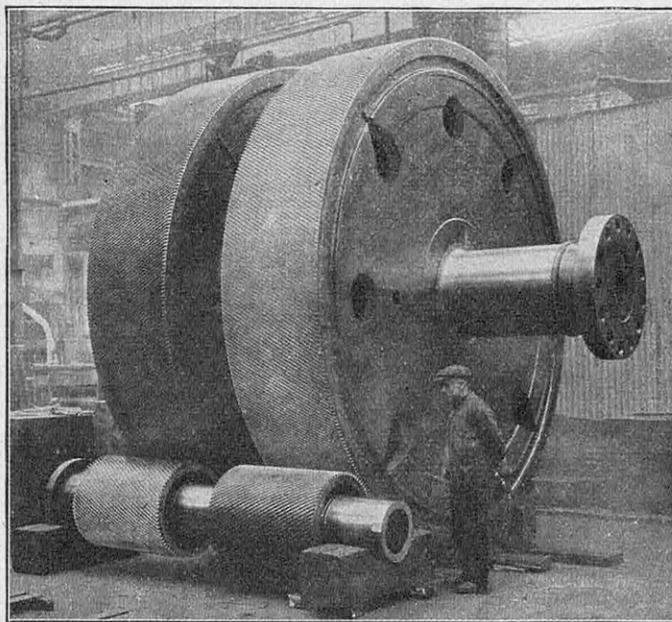


FIG. 4. — VOICI UN DES ENSEMBLES D'ENGRENAGES RÉDUCTEURS DE LA « QUEEN MARY », DON'T LA ROUE PRINCIPALE MESURE 4 M 25 DE DIAMÈTRE

que leur hélice soit commandée par un système de leviers actionnés par les passagers de l'embarcation, solution simple adoptée pour la *Normandie* et qui ne saurait donner de mécompte, les canots de la *Queen Mary* sont dotés d'un moteur à huile lourde de 18 ch. Ces moteurs ont été soumis à de rigoureuses épreuves avant d'être adoptés ; on a exigé qu'ils soient en mesure de démarrer en quelques secondes par les temps les plus froids. Dans ce but, ils sont placés sous capot et on a étudié un système de réchauffage alimenté par le courant du bord. De multiples essais ont montré qu'un moteur du modèle choisi, placé dans une chambre froide pendant vingt-quatre heures, à la température de -9° , pouvait être lancé en moins de 30 secondes.

Ventilation et conditionnement d'air

Au point de vue ventilation également, les mêmes solutions n'ont pas été adoptées dans tous les cas à bord de ces deux paquebots. D'une façon générale, la *Queen Mary* est, comme la *Normandie*, ventilée d'après le système « Thermotank » ; mais, pour plusieurs des principaux locaux communs : le grand salon, la salle à manger, le salon classe touriste, le salon de coiffure, on a préféré le système d'air conditionné. Ce procédé, dont le succès a été confirmé depuis quelques années par de multiples applications réalisées dans les cinémas, théâtres, grands magasins et autres lieux de réunions publiques, n'a été envisagé, à bord de la *Normandie*, que pour la salle à manger des premières de ce paquebot, immense volume de $9\ 100\ m^3$, sans aucune communication avec l'extérieur.

Avant d'être envoyé dans le local à ventiler, l'air est préalablement porté à la température et au degré d'humidité souhaités. Après avoir traversé une installation frigorifique, des réchauffeurs par surface, une chambre de saturation où sont disposées un certain nombre de rampes de pulvérisation, il est distribué au moyen d'un réseau de

conduits en tôle. Les proportions à maintenir entre les quantités d'air frais, d'air refroidi ou réchauffé ou d'air humide sont contrôlées par des thermostats qui règlent l'ouverture des registres des divers conduits d'alimentation.

Les opérateurs de T. S. F. de la « Queen Mary » disposeront de trente-deux longueurs d'ondes

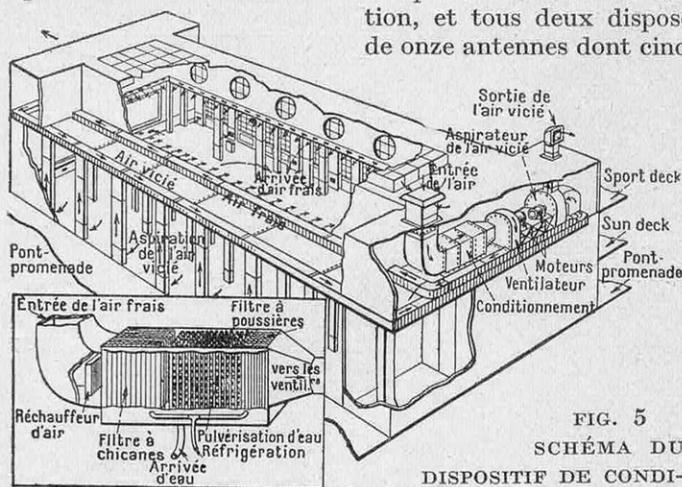
Les Anglais se flattent d'avoir réalisé, à bord de la *Queen Mary*, la plus puissante installation radioélectrique qui soit à bord d'un navire de mer. Le poste d'émission est complètement distinct du poste de réception, et tous deux disposent d'un système de onze antennes dont cinq spécialisées pour

la réception, trois pour les émissions sur ondes courtes et une antenne de secours. Le poste émetteur peut fonctionner sur trente-deux longueurs d'ondes différentes : sept pour le trafic sur ondes longues, cinq pour les ondes moyennes, onze pour les ondes

courtes, neuf réservées au trafic radiotéléphonique. Une écoute spéciale et permanente est maintenue sur la longueur d'ondes internationale de 600 m pour les signaux de détresse (S. O. S.). On sera peut-être surpris qu'il ait fallu prévoir, même sur un grand paquebot, un système d'émission aussi complexe. Il faut se souvenir de la multiplicité et de la diversité des communications qui peuvent être émises : messages de navigation, messages commerciaux, conversations radiotéléphoniques, etc., et qui doivent pouvoir être dirigées directement et sans relais sur le poste désiré.

L'entrée en service de la « Queen Mary » et le trafic transatlantique

Il est intéressant de signaler que l'entrée en ligne de la *Queen Mary* coïncide avec l'élimination du trafic Nord-Atlantique d'un grand nombre de paquebots, dont beaucoup pourtant n'étaient pas en service depuis très longtemps. C'est ainsi que, depuis leur fusion, opérée en 1934, — en



DE LA SALLE A MANGER DE LA « QUEEN MARY »

FIG. 5
SCHÉMA DU
DISPOSITIF DE CONDITI-
ONNEMENT DE L'AIR

dix-huit mois à peine, par conséquent, les deux principales compagnies anglaises intéressées dans ce trafic, la « Cunard » et la « White Star », ont condamné ou vendu neuf des vingt-cinq paquebots que comportaient leurs flottes et, parmi ceux-ci figuraient le *Majestic*, de 56 621 tonneaux ; l'*Olympic*, de 46 439 tonneaux ; l'*Homeric*, de 34 351 tonneaux, et la *Mauretania*, de 30 696 tonneaux. La *Mauretania* était demeurée en service vingt-neuf ans et l'*Olympic*, vingt-cinq, mais le *Majestic* et l'*Homeric* étaient entrés en ligne en 1921 et 1922 respectivement. Ils n'auront donc « vécu » que quinze ans à peine. C'est une vie bien courte.

On voit que les craintes qui se sont manifestées l'an dernier au moment du premier voyage de la *Normandie* ne sont pas fondées et qu'il est loisible d'escompter une meilleure utilisation de la capacité de transport des nouveaux grands paquebots en service qu'il n'était raisonnablement permis d'espérer.

Des projets de nouvelles constructions sont, d'ailleurs, envisagés par plusieurs armateurs, qui augurent mieux de l'avenir ; certains même ont déjà amorcé la réalisation de leur programme de remplacement, telle une compagnie hollandaise qui a mis en chantier, il y a quelques mois, un paquebot de quelque 30 000 tonneaux. La « Cunard White Star » a annoncé son intention de poursuivre à bref délai le renouvellement de sa flotte : une série de paquebots de tonnage moyen (25 000 tonneaux) est à l'étude pour remplacer des unités analogues, construites de 1919 à 1921, et la presse britannique vient d'annoncer que quatre des principaux chantiers de constructions navales anglaises ont été chargés d'établir le devis de construction d'une seconde *Queen Mary*, qui pourrait, pourtant, être d'un tonnage légèrement moindre.

Les Etats-Unis vont-ils construire des paquebots de 100 000 tonneaux et 38 nœuds ?

Dans cet ordre d'idées, des projets beaucoup plus sensationnels viennent d'être con-

çus outre-Atlantique. Ce ne sont pas les premiers du genre, car, périodiquement, les ingénieurs américains annoncent la « prochaine » mise sur cale du « plus grand paquebot américain » ; mais jamais ils n'avaient fait preuve d'une telle imagination.

Il s'agirait de paquebots de plus de 100 000 tonneaux, longs de 375 m, larges de 44 m, avec un tirant d'eau de 11 m 50, une vitesse normale de 34 nœuds, pouvant être poussée à 38 si nécessaire, et capables d'embarquer 10 000 passagers. Il n'y aurait qu'une seule classe de passagers et les cabines seraient uniformément au même prix.

Ce seraient des paquebots avec des super-

structures étudiées suivant les canons de l'aérodynamisme le plus strict, avec des ponts supérieurs extrêmement profilés. Le « sun-deck » pourrait être complètement dégagé de tout obstacle pour permettre l'envol et l'atterrissage des avions. Dans ce but, les passerelles et les deux cheminées seraient télescopiques et les mâts rabattables. Des cloisons

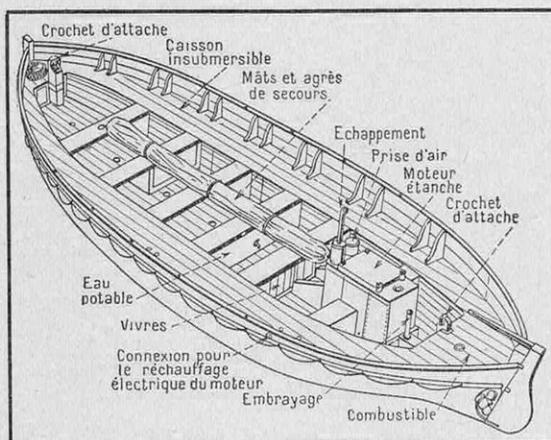


FIG. 6. — UNE DES EMBARCATIONS DE SAUVETAGE A MOTEUR DIESEL

latérales et transversales, hautes de 5 m 50, avec larges baies vitrées, s'élèveraient autour de l'« aire » d'envol pour protéger passagers et avions contre le vent et le courant d'air dû à la vitesse.

Les artisans de ce projet ne se sont pas contentés de publier quelques-unes des caractéristiques (coques et machines) de ces bâtiments : ils ont cru devoir s'étendre longuement sur le financement de leur construction et les conditions possibles de leur exploitation, pour démontrer le parfait équilibre de leur proposition. Le moins que l'on puisse dire de cette étude, c'est que, pour qu'elle ait pu être entreprise, il faut admettre à priori et comme une chose définitivement acquise la déformation de notre époque où, à tout instant, on envisage l'intervention de l'Etat.

Tout est possible, convenons-en, aux Etats-Unis surtout ; mais, en matière de grands paquebots, la *Normandie* et la *Queen Mary* demeureront de longues années encore, croyons-nous, les champions du tonnage et de la vitesse.

F. COURTIN.

A TRAVERS NOTRE COURRIER...

Chaque mois, des milliers de lettres arrivent à « La Science et la Vie » de tous les points du monde. Nous nous efforçons toujours d'y répondre avec précision. Mais ce courrier abondant et varié aborde parfois des questions d'ordre scientifique, qui peuvent être portées à la connaissance de tous. Aussi, sous cette rubrique, nous nous proposons de sélectionner les plus intéressantes d'entre elles pour la majorité de nos lecteurs.

Nouveau dispositif hypersustentateur pour avion

ON sait que la vitesse relative entre un avion et l'air ambiant peut provoquer à la partie supérieure des ailes (extrados), un phénomène dangereux diminuant la portance et pouvant être la cause de la perte de vitesse : c'est le décollement des filets d'air. M. Alexandre Favre a fait savoir récemment que des essais effectués par lui avaient montré que ce décollement pouvait être évité en donnant à la paroi, rendue mobile, ici à l'extrados de l'aile, une vitesse égale à celle du fluide ambiant. Si, par exemple, l'avion avance à la vitesse de 200 km/h, on fera en sorte que la partie supérieure de l'aile se déplace en sens contraire, à cette même vitesse ou à une vitesse voisine. On peut imaginer la réalisation de cette condition au moyen d'une bande souple sans fin entraînée par des rouleaux dans le sens et à la vitesse convenables. L'étude de ce système, effectuée au canal hydrodynamique, fut poursuivie en soufflerie sur une maquette dont l'extrados était constitué par une courroie sans fin en soie. Les essais étant faits dans une petite soufflerie (65 cm), il a fallu, pour obtenir un nombre de Reynolds suffisant (1), porter au maximum la vitesse de la courroie.

Voici les résultats : le décollement a été supprimé jusqu'à des incidences supérieures à 90°. La polaire (2) atteint un coefficient de portance maximum de 3,70 et se trouve très voisine de la polaire théorique, jusqu'à

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 190, page 272.

(2) La « polaire » d'une aile est une courbe obtenue de la façon suivante. La force résultante due à l'air exercée sur l'aile peut être décomposée en deux forces : l'une est verticale et dirigée de bas en haut, c'est la « poussée » à laquelle est dû l'effet sustentateur produit par la vitesse de l'avion dans l'air ; l'autre est horizontale et dirigée en sens inverse de la direction de l'avion, c'est la « traînée », c'est-à-dire la résistance à l'avancement. Le rapport de la traînée à la poussée est appelé la « finesse » de l'aile. (On considère souvent le rapport inverse.) Pour une vitesse du vent déterminée, on porte sur deux axes rectangulaires les valeurs de la poussée en ordonnées (axe vertical) et de la traînée en abscisses (axe horizontal), suivant les divers angles d'attaque de l'aile. On obtient ainsi une courbe appelée la « polaire » de l'aile.

55° environ. Le rapport de la vitesse de la courroie à celle du courant, nécessaire pour supprimer le décollement, croît avec l'incidence. Nul aux faibles angles (7° pour l'aile employée), il est de l'ordre de 1,4 à 30° et de 2 à 55°.

L'écoulement de l'air autour de cette aile est donc très proche de celui d'un fluide parfait, sans qu'il soit nécessaire de fournir de l'énergie à ce fluide.

Dans le montage adopté, quoique la maquette n'ait que 16 cm 4, la courroie a pu atteindre couramment la vitesse relativement considérable de 100 km/h, correspondant à 30 000 t/mn pour le plus petit tambour-guide de la courroie, sans cependant entraîner des vibrations susceptibles d'influencer les mesures.

La radio et la commande à distance des locomotives de manœuvre

VOICI les résultats obtenus sur le réseau du Nord et celui de l'Etat par la liaison radiophonique avec les machines de manœuvre pour remplacer la répétition par un agent intermédiaire des signaux faits au mécanicien. Celle-ci est nécessaire quand la distance entre les locomotives et le chef de manœuvres est trop grande.

A la gare du *Bourget-Triage*, le dispositif utilisé est le suivant : à terre, au-dessus des voies, on a disposé une série de fils d'antenne placés à 5 mètres de hauteur. Les courants de basse fréquence, provenant du microphone, sont amplifiés et appliqués entre les fils ci-dessus et la masse des rails ; sur la machine, deux fils d'antenne sont tendus entre la cheminée et l'abri du mécanicien. Un amplificateur alimente le haut-parleur placé dans cet abri. Le mécanicien dispose également d'un microphone et peut parler à l'agent chargé des manœuvres.

A la gare de *La Chapelle*, l'étendue de la gare a nécessité un autre système, qui comporte, comme au Bourget, un émetteur-récepteur sur la machine et un à terre. L'émetteur-récepteur de terre est fixé à un poteau de 30 m de hauteur (longueur d'onde à l'émission, 3 m 15 ; à la réception, 3 m 45),

et chaque appareil est relié à une antenne spéciale. Sur la machine, l'émetteur-récepteur est situé sur l'abri du mécanicien, qui dispose d'un haut-parleur et d'un microphone pour la réception et l'émission.

Sur le réseau de l'Etat, les machines de manœuvre du port de Rouen travaillent sur des chantiers très dispersés sur près de 8 km. La T. S. F. y a donc trouvé une application intéressante. Le dispositif comprend un émetteur-récepteur de 300 watts muni d'antennes. L'agent régulateur dispose d'un microphone et peut ainsi communiquer avec les mécaniciens sur la machine; un émetteur (30 W) est fixé à l'avant, et un récepteur sur un des côtés. Microphone et haut-parleur se trouvent dans l'abri du mécanicien. Le poste fixe à terre émet sur 6 m 50, et l'émetteur-machine sur 7 m 50 de longueur d'onde.

Sur une distance de 15 km, la liaison a pu être ainsi maintenue entre le poste fixe et une machine. D'autres locomotives vont être également équipées.

Ainsi, la radiophonie, judicieusement appliquée, étend encore le domaine du dispatching, qui a permis — nous l'avons déjà signalé (1) — une exploitation plus rationnelle et plus souple des chemins de fer.

La température et la sensibilité des plaques photographiques

MONSIEUR MAURICE ROULLEAU a étudié récemment l'influence de la température sur les variations de la sensibilité des émulsions photographiques avec la température, en ce qui concerne les plaques utilisées pour la photographie aérienne. Les mesures ont été faites sur des émulsions ordinaires, orthochromatiques, panchromatiques et sensibilisées à l'infrarouge. Entre 20° C et — 60° C, M. Rouleau a observé une diminution continue de cette sensibilité. Cependant, pour une émulsion orthochromatique et une émulsion panchromatique, il a constaté un maximum relatif vers — 20° C, maximum qui disparaît si la lumière est filtrée par un filtre bleu.

La mesure du temps de 1/100 000^e de seconde

ON sait que le quartz piézoélectrique peut vibrer à des fréquences atteignant facilement plusieurs millions de périodes par seconde, et qu'on l'utilise comme étalon des fréquences radioélectriques. La détermination de cette fréquence se fait couramment avec une approximation supérieure à 1 millionième. Se basant sur ce fait, M. Edgar-Pierre Tanil a présenté à l'Académie des Sciences un chronographe

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 218, page 117.

de haute fréquence utilisant les modifications des propriétés optiques du quartz soumis à des vibrations entretenues. Ce chronographe permet de subdiviser la seconde en un grand nombre de parties et d'enregistrer le temps sur un film à rapide déplacement linéaire, ce qui peut être obtenu au moyen des rotors à grande vitesse de MM. Henriot et Huguenard (1). On a pu enregistrer ainsi des temps de 1/100 000^e de seconde. En mesurant avec une cellule photoélectrique l'intensité de la lumière recueillie à la sortie de l'appareil, on pourrait déterminer l'amplitude des vibrations d'un cristal piézoélectrique.

Pour le dosage de l'oxyde de carbone dans une atmosphère

L'OXYDE de carbone, en se fixant sur l'hémoglobine du sang (matière des globules rouges), forme un composé oxycarboné que l'oxygène de l'air ne peut détruire et provoque la mort, le sang ne pouvant se régénérer à son passage dans les poumons. Un milieu à 1 % d'oxyde de carbone étant rapidement mortel pour l'homme, il importe de pouvoir le doser dans une atmosphère. Pour des proportions d'oxyde de carbone allant de 0,000 01 à 0,001, ce dosage peut être effectué par son action sur du sang. Par réduction du chlorure cuivreux, on dose l'oxyde de carbone quand sa proportion varie de 0,01 à 0,1. Mais, pour des teneurs comprises entre 0,001 et 0,01, l'opération était difficile.

MM. Kling, Rouilly et Claraz ont mis au point un procédé basé sur l'oxydation de l'oxyde de carbone en gaz carbonique par l'hopcalite (charbon activé utilisé dans les masques à gaz). L'hopcalite active l'oxydation de l'oxyde de carbone et, de plus, fixe par adsorption une certaine quantité du gaz carbonique prévu. Pour éliminer les perturbations provenant des variations de l'adsorption selon les masses respectives de gaz et d'hopcalite, de l'âge de celle-ci, de la température, etc., les auteurs utilisent l'hopcalite sous forme de crayons, chacun ne servant qu'une seule fois.

Le gaz où l'on veut doser l'oxyde de carbone est débarrassé d'abord du gaz carbonique et de la vapeur d'eau par passage sur de la soude, de la potasse et de la chaux vive. Après passage sur le crayon d'hopcalite, le gaz est reçu dans de la potasse qui absorbe le gaz carbonique formé. On dose ensuite celui-ci.

Cette méthode permet de reconnaître rapidement si dans une atmosphère confinée (abri), à un moment quelconque, les émanations d'oxyde de carbone se produisent et d'en apprécier le taux dès que sa valeur atteint ou dépasse 0,002 en volume.

(1) Voir *La Science et la Vie* n° 227, page 416.

L'avion le plus économique

MONSIEUR LOUIS BRÉGUET a récemment étudié quel devrait être le tonnage optimum des grands avions de transport ou de bombardement présentant le même allongement, la même charge au mètre carré, volant aux mêmes vitesses, aux mêmes altitudes, sur de mêmes étapes, munis de groupes moteurs de rendement thermique et de poids spécifiques identiques et possédant les meilleures qualités aérodynamiques.

D'après les calculs de M. Bréguet, il semble qu'il n'y ait pas intérêt à recourir à des tonnages aussi élevés que ceux que l'on envisage couramment. Ainsi, pour la traversée de l'Atlantique nord, avec un équipage de 5 hommes et tous les équipements nécessaires, le poids fixe obligatoire étant de 1 300 kg, l'avion le plus économique serait de 20 tonnes seulement. Cet avion serait aussi celui de rayon d'action maximum pour une charge mobile nulle. En adoptant le coefficient de construction le plus favorable, il n'y a aucun intérêt à dépasser 30 tonnes. Seules, des considérations de confort, de qualités marines, de sécurité par un plus grand nombre de moteurs placés dans les ailes pourraient justifier un tonnage plus élevé. Ajoutons cependant que confort et surtout sécurité sont des qualités essentielles méritant toute l'attention des constructeurs.

L'Allemagne et les matières premières

LA métallurgie actuelle du fer nécessite absolument l'emploi de manganèse, notamment sous forme de minerai de manganèse, au haut-fourneau, dans la fabrication de la fonte, et sous forme de ferromanganèse (à 80 % de manganèse) pour la fabrication de l'acier (acier Martin, acier Thomas, etc.); ce ferro-manganèse lui-même est également obtenu à partir du minerai de manganèse. Le rôle chimique du manganèse reste, d'ailleurs, mal connu; disons seulement qu'il agit au haut fourneau comme désulfurant: il diminue, toutes autres choses égales, la proportion du soufre — amené par le coke — qui reste dans la fonte.

Les proportions de manganèse sont assez faibles (de l'ordre de 1 à 2 % ou 2,5 % dans les fontes destinées à la fabrication de l'acier, et de l'ordre de 0,40 % dans l'acier lui-même); mais, étant donné les très gros tonnages de fonte et d'acier annuellement produits, cela représente des tonnages importants de minerai de manganèse. Ainsi, en 1935, la production allemande, en fonte et en acier, a été la suivante: fonte, 12 millions 842 000 tonnes; acier brut, 16 millions 446 000 tonnes. Or, l'Allemagne, comme d'ailleurs tous les pays européens, sauf la Rus-

sie, ne possède pas de minerai de manganèse.

L'importation de ce minerai en Allemagne — venant, notamment, du sud de la Russie — a été, pendant l'année 1935, d'environ 400 000 tonnes. Rappelons que, pendant la guerre de 1914-1918, l'Allemagne dut faire des efforts considérables pour s'assurer l'amenée chez elle du minerai de manganèse qui lui était indispensable.

Ce serait donc un très gros progrès technique, et un très gros progrès comme indépendance économique et politique, si l'on pouvait trouver un moyen de réduire en proportion appréciable la consommation de manganèse dans notre sidérurgie actuelle. L'idée et les premiers essais de M. Röchling ont consisté à s'adresser à des additions de carbonate de soude pour contribuer à la désulfuration de la fonte; cette idée est, d'ailleurs, assez ancienne.

Une autre préoccupation de M. Röchling — et c'était là plutôt le but de son étude récente — était de rechercher le meilleur moyen de tirer parti au haut fourneau des minerais à faible teneur en fer; ils sont assez abondants en Allemagne, mais leur utilisation est restée jusqu'ici très limitée, à cause du prix de revient très élevé qui en résulte pour la fonte. Une réussite dans ce sens signifierait encore une certaine indépendance de l'Allemagne vis-à-vis de ses fournisseurs actuels de minerai de fer (Suède, Est de la France, etc...).

Cependant, pour le moment, l'indépendance de l'Allemagne vis-à-vis de l'étranger, quant au minerai de manganèse et quant au minerai de fer, reste un espoir qui paraît lointain.

Les impôts et les automobiles

DE nombreux lecteurs nous ont demandé comment étaient établis les chiffres figurant sur certaines affiches posées depuis peu de temps et relatives aux impôts ayant une répercussion directe sur l'automobile. On sait, en effet, qu'actuellement, il n'existe pas d'impôt de circulation et que celui-ci a été remplacé par des taxes sur l'essence.

Voici comment on peut retrouver aisément les résultats figurant sur ces affiches. Une voiture de 18 000 fr correspond à 8 ou 9 ch consommant environ 10 à 11 litres d'essence aux 100 km. A raison de 24 000 km par an, cette voiture aura parcouru en cinq ans 120 000 km et consommé 13 000 litres d'essence. Chaque litre d'essence payant 1 fr 54 de droits, le total des impôts de consommation est donc de 19 000 fr environ.

Cette période de cinq ans a été choisie car elle correspond pratiquement à la durée d'utilisation normale d'une voiture. La consommation a été prise d'après les divers modèles de véhicules employés notamment pour le tourisme et dans différents commerces (boucherie, boulangerie, laiterie, etc.).

LA SYNTHÈSE CHIMIQUE DU LABORATOIRE A L'USINE

PARMI les milliers de produits que le développement vertigineux de la chimie organique, complétant l'œuvre de la nature, a mis à la disposition de l'humanité souffrante, le plus populaire et le plus répandu est, incontestablement, l'acide acétylsalicylique.

Comme tant d'autres substances qui composent la pharmacopée moderne, en passant du laboratoire où il est né à l'officine pharmaceutique, l'acide acétylsalicylique a changé son nom savant, d'allure rébarbative, contre celui, plus aisé à retenir, d'« aspirine ». C'est sous cette appellation familière à tous que nous l'absorbons, chaque fois qu'un malaise ou une douleur vient troubler l'équilibre de notre fragile organisme. C'est l'antirhumatismal, l'analgésique et l'antithermique que tout le monde connaît et emploie.

Bien peu, cependant, même parmi ceux qui en font l'usage le plus fréquent et le plus efficace, songent à rendre hommage au savant qui, en 1853, réalisa, pour la première fois dans le monde, la syn-

de ce composé : le chimiste français Gerhardt. C'est là plutôt péché d'ignorance que d'ingratitude, car Charles-Frédéric Gerhardt, ancien collaborateur de Liebig en Allemagne et de Chevreul à Paris, est de ces trop nombreux savants méconnus dont les découvertes, fruits d'un labeur patient et obscur, demeurent inaperçues de leurs contemporains et oubliées de la postérité. Aussi convient-il de louer l'initiative d'un film « documentaire » récent qui, retraçant l'histoire de cette belle découverte française dans le domaine de la synthèse des produits organiques, montre quel développement industriel formidable a pris aujourd'hui la fabrication de l'aspirine.

L'augmentation de sa consommation au cours des vingt-cinq dernières années a entraîné, en effet, la création d'une véritable industrie spécialisée, faisant appel aux techniques les plus modernes, tant pour la préparation de ses constituants que pour le contrôle chimique de leur

fabrication, et pour le conditionnement et l'emballage du produit fini.

L'aspirine, qui nous est à la fois si précieuse et si familière, s'élabore aujourd'hui par quantités massives dans des usines dotées d'un outillage puissant, tel qu'on n'est guère habitué à en rencontrer en dehors de la grosse industrie.

Mais il ne faut pas oublier qu'il s'agit ici d'un produit pharmaceutique qui doit parvenir au consommateur dans un état d'absolue pureté et à un dosage rigoureux. Ces deux conditions sont remplies précisément grâce à la méthode de fabrication ultra-moderne et au perfectionnement de l'outillage mécanique mis en œuvre.

Aucun contact manuel ne risque de souiller l'aspirine à aucun stade de son élaboration car, depuis le moment où elle est formée jusqu'au remplissage final des tubes, toutes les opérations sont confiées à des machines automatiques.

En outre, la rigoureuse constance dans la composition et le dosage des substances qui forment un de ces comprimés que

nous connaissons si bien, est soigneusement contrôlée à tous les stades de la fabrication.

Ce contrôle commence, pour l'aspirine elle-même, dès le moment où s'est effectuée l'ultime combinaison de l'acide salicylique et de l'anhydride acétique. Cette opération, qui se poursuit dans d'immenses vases clos de 1 500 litres de capacité, donne l'acide acétylsalicylique, lequel se présente sous l'aspect d'une poudre cristalline brillante, que l'on lave soigneusement à plusieurs reprises avec de l'eau distillée. Avant toute autre transformation, il est soumis à une analyse rigoureuse, dans le but de vérifier sa pureté et de constater, en particulier, l'absence de toute trace d'acide salicylique libre : celui-ci donnerait, en effet, aux comprimés une saveur acide et nuirait à leur bonne tolérance par l'estomac.

Rappelons, à ce propos, que les comprimés d'aspirine jetés dans l'eau s'y désagrègent rapidement, sans, toutefois, s'y dissoudre, l'aspi-

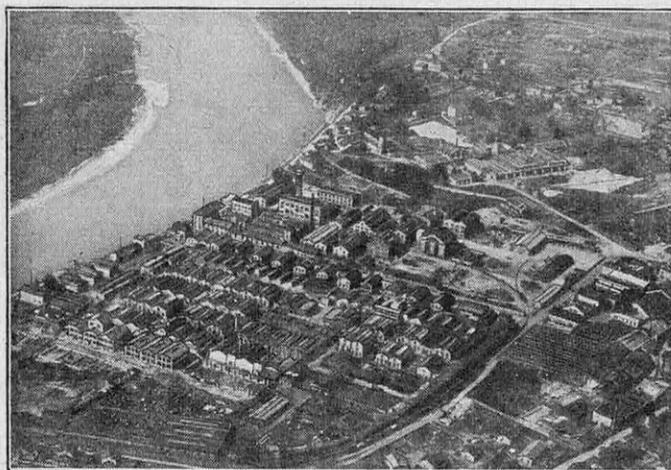


FIG. 1. — LES USINES OU SE FABRIQUE L'ASPIRINE

rine étant insoluble dans l'eau. Il semble hors de doute qu'elle traverse l'estomac sans subir d'altération et qu'elle ne se dissocie pas avant d'entrer en contact avec les liquides alcalins de l'intestin, en donnant naissance à du salicylate de soude. Puisqu'elle demeure inerte dans l'estomac, on a donc intérêt à absorber avec elle une quantité suffisante d'eau pour provoquer les contractions stomacales qui chassent l'acide acétylsalicylique vers l'intestin.

La recherche au laboratoire de l'acide salicylique libre consiste en une analyse colorimétrique, procédé extrêmement sensible, utilisant le perchlorure de fer pour déceler, par l'apparition d'une coloration violette, les plus faibles traces de cet acide.

Dans la composition des comprimés doit entrer, en outre, de l'amidon, dont la présence est nécessaire pour assurer leur éclatement dans l'eau. Cet amidon, lui aussi, est soigneusement analysé, comme toutes les autres matières premières, avant d'être introduit dans la fabrication.

Lorsque l'acide salicylique et l'amidon ont été intimement mélangés par brassage dans de vastes cuves oscillantes, intervient un nouveau contrôle : celui de l'homogénéité, qui est vérifiée par une nouvelle analyse chimique. Ce n'est que lorsque l'exactitude du titre a été reconnue que l'aspirine parvient enfin aux « pastilleuses », machines automatiques qui, comme leur nom l'indique, fabriquent par compression les pastilles, autrement dit les comprimés. Cette opération, très simple en apparence, est, en réalité, fort délicate, car la compression, par suite de l'échauffement qu'elle provoque, risque de donner lieu à la décomposition du produit.

Nouveau contrôle encore : cette fois du poids et de la dureté des comprimés. Des prélèvements périodiques dans la production des « pastilleuses » permettent de vérifier avec minutie le poids des pastilles et de déterminer, à l'aide d'un appareil spécial, à partir de quelle pression se produit l'écrasement.

Vient ensuite la mise en tubes des comprimés à l'aide de machines automatiques, qui remplissent à un rythme accéléré chacune cinq tubes à la fois et comptent, en même temps, avec une

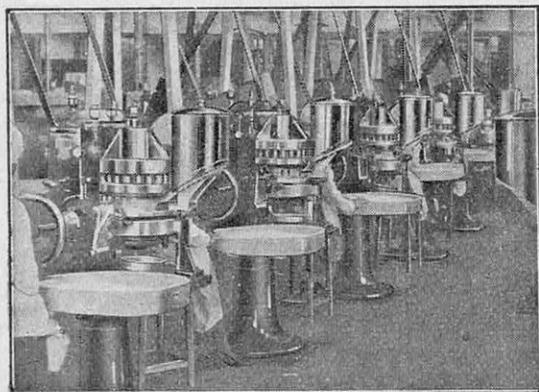


FIG. 2 — UNE BATTERIE DE PASTILLEUSES

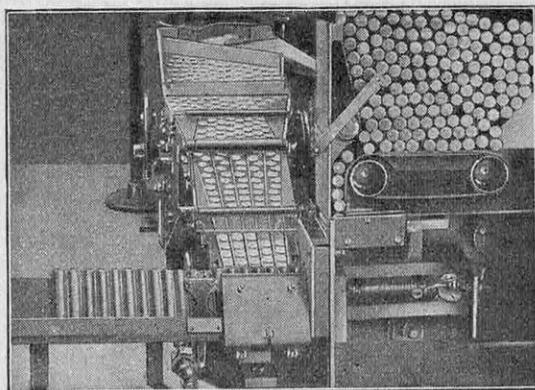


FIG. 3. — LE REMPLISSAGE AUTOMATIQUE DES TUBES PAR UNE MACHINE COMPTEUSE.

précision rigoureuse, tous les comprimés qui les traversent.

Les tubes eux-mêmes viennent d'un atelier voisin. On les fait, depuis relativement peu de temps, exclusivement en aluminium, ce qui constitue — il est à peine besoin de le rappeler — un progrès considérable sur les anciens tubes en verre ou les boîtes en carton.

Leur fabrication, à partir d'un simple ruban d'aluminium, constitue un nouveau triomphe de l'automatisme : formés par estampages successifs, ainsi que les capsules qui les ferment, imprimés à la marque de l'usine, les tubes subissent un lavage et un séchage avant de parvenir, éjectés par de l'air comprimé, et dans un état de propreté parfaite, aux machines compteuses qui les remplissent.

L'aspirine ne subit plus alors que les opérations de conditionnement classiques : mise dans un étui de carton qui enveloppe extérieurement les tubes, emballage par centaine dans des boîtes et par deux mille dans des caisses standard en bois. C'est sous cette dernière forme qu'elle quitte la région lyonnaise, où cette puissante industrie s'est établie, pour rayonner sur toute la France, et même au delà.

Il n'est pas sans intérêt, alors que des produits similaires provenant de l'étranger viennent nous concurrencer jusque sur notre sol, de rappeler que la fabrication bien française que nous venons de décrire rapidement dérive d'une manière directe de la découverte du savant, également français, dont nous rappelions le nom au début de ces lignes.

Certes, Gerhardt, lorsqu'il réalisait, dans son étroit laboratoire, la synthèse de l'acide acétylsalicylique, ne pouvait prévoir les millions de tubes qui, chaque année, quittent les rives du Rhône pour aller en tous lieux guérir le mal.

On connaît trop, hélas ! les progrès réalisés grâce à la chimie dans l'art de supprimer la vie. Si la fabrication des produits meurtriers est aisée, la préparation des médicaments doit être minutieuse et délicate, mais c'est elle qui représente le vrai triomphe de l'industrie et de la science bienfaisantes.

JEAN BODÉT.

Ancien Elève de l'École Polytechnique.

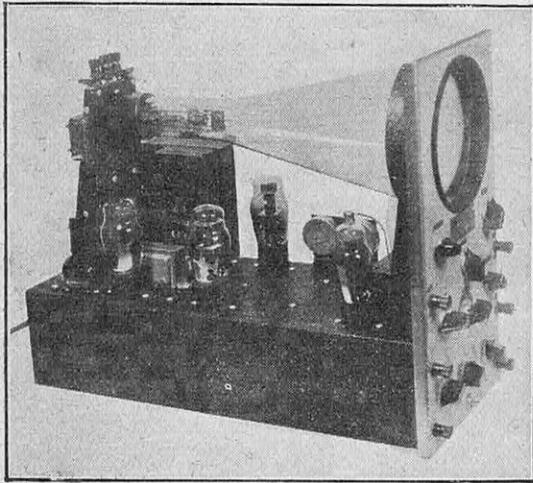
CONSEILS AUX SANS-FILISTES

Par Géo MOUSSERON

Sous cette rubrique, notre collaborateur, particulièrement qualifié, expose à nos nombreux lecteurs sans-filistes les nouveautés les plus intéressantes susceptibles de porter au maximum le rendement des radiorécepteurs modernes et l'agrément des auditions.

L'emploi du tube à rayons cathodiques

LE tube à rayons cathodiques, inconnu il y a quelques années, est devenu maintenant d'un usage courant. C'est la télévision, il faut bien le dire, qui en est la cause. Tandis que le disque de Nipkow, moyen mécanique à grande inertie, se voit supplanter par le tube à rayons cathodiques, démuné de toute inertie, on songe aux moyens mécaniques mis en œuvre aux



L'OSCILLOGRAPHE CATHODIQUE

débuts de la T. S. F. Ils sont aujourd'hui objets de musée, pièces de rétrospective, mais inévitablement délaissés par la lampe, sorte de tube cathodique également.

S'il reste beaucoup à faire du côté télévision, le tube à rayons cathodiques est, par contre, un instrument parfaitement au point, sous forme d'oscillographe cathodique, aux mille usages, aux innombrables possibilités. Deux choses sont alors à considérer : la qualité du tube. Son montage avec l'amplificateur.

Un oscillographe cathodique bien mis au point vient d'être réalisé par les Etablissements *Radiophon*, qui utilisent les types 34 ou 54 H Du Mont Cathode Ray Tube. Le modèle adopté est monté sur un ampli double, chaque demi-ampli pouvant être mis seul, en circuit, le cas échéant.

Quelques dispositifs de montage permettent une stabilité de fonctionnement indispensable aux mesures de précision qu'exige aujourd'hui la radio.

On peut considérer cette affirmation comme une vérité première : « La possession d'un oscillographe cathodique permet d'effectuer toutes les mesures possibles, indispensables en haute fréquence. » Ce n'est donc pas la radio seule qui peut bénéficier de ce moyen de contrôle et de mesure, mais encore l'électricité médicale, sans oublier la B F aux multiples applications (cinéma sonore, amplis musicaux, téléphoto, etc.).

Les parasites peuvent et doivent être vaincus

LES parasites industriels dont souffrent tant d'auditeurs ont leur origine dans les différentes machines électriques, qui agissent alors comme perturbateurs (moteurs d'ascenseurs, appareils de haute fréquence, sonneries, etc.). La loi française contre les parasites oblige, d'ailleurs, le propriétaire d'appareils perturbateurs à munir les machines électriques de dispositifs protecteurs. Le sans-filiste doit donc porter son attention sur la source même des parasites et sur sa propre installation réceptrice.

Parmi les dispositifs de filtrage à la source citons l'emploi de capacités, de selfs (ces dernières remplacées par des résistances dans les brûleurs à mazout, bougies d'automobiles et épurateurs à gaz). L'efficacité des dispositifs dépend en grande partie de la qualité du matériel utilisé : capacités non inductives, isolement élevé, etc. Les selfs ne doivent posséder aucune capacité répartie, avoir un blindage convenable, ne présenter aucune chute de tension appréciable, etc. Les résistances doivent être bobinées, les agglomérés se soudant à l'usage, ce qui change considérablement la valeur de résistance chimique.

En ce qui concerne l'installation réceptrice, les mêmes dispositifs, composés de condensateurs, seront presque toujours inopérants.

Le premier remède logique consiste à disposer une antenne réceptrice *au-dessus* de la nappe de parasites. La descente d'antenne doit être rigoureusement blindée,

ainsi que tout le reste de l'installation. Une solution réellement technique est celle qu'adopte *Pival* depuis de longs mois : un transformateur double entre antenne et poste. La partie du transfo disposée sur ce dernier est à rapport variable, ce qui permet de l'ajuster à l'impédance du circuit d'entrée du récepteur. L'efficacité de cet ensemble est absolue, et les plus mauvaises conditions de réception permettent encore des auditions excellentes.

Cette installation effectuée, l'emploi d'un filtre sur la prise de courant ou au compteur électrique peut constituer un complément indispensable. Par contre, ce filtre employé seul ne peut produire aucun effet. C'est là un point de détail qu'il nous plaît de signaler afin d'éviter des erreurs dans l'esprit des sans-filistes.

Dans tous les cas, la qualité du matériel employé jouera un rôle prépondérant. A cet effet, l'U. S. E. (Union des syndicats de l'Electricité) a édité une brochure fort intéressante, qui détermine les qualités indispensables du matériel antiparasite.

Après l'exposition de T. S. F.

Lemouzy. — « Noblesse oblige, » dit un proverbe ancien. Une des toutes premières maisons de T. S. F. de Paris ne pouvait pas moins faire que présenter au Salon un ensemble de postes aussi complet que possible.

Depuis le « 6 lampes », comportant une haute fréquence devant la changeuse jusqu'au « 11 lampes » à 470 kilocycles, on peut admirer une collection complète qui résume toute la technique nouvelle.

Le « 11 lampes » ? Voilà qui a retenu l'attention de nos lecteurs. C'est un changeur de fréquence muni d'une lampe HF avec présélecteur. La conversion de fréquence est faite par deux lampes. La basse fréquence comporte un push pull à quatre lampes qui commande deux dynamiques.

On peut descendre... en nombre de lampes du moins sans jamais décroître en qualité. Le « 5 lampes » tous courants fonctionne sur courant alternatif ou continu, indifféremment. Deux lampes BF 43 en push pull fonctionnent devant un dynamique de 24 cm. Les MF sont à sélectivité variable.

Un « 6 lampes », un « 7 lampes » : autant de modèles excellents qui sont le résultat de multiples années d'expérience.

Réalt. — Parmi les constructeurs qui ont toujours été à la tête du progrès, il convient de citer *Réalt* dont les multiples créations radiophoniques retiennent l'attention des visiteurs à chaque exposition. Depuis le modeste « 3 lampes » jusqu'à l'appareil complexe et muni de tous les perfectionnements, tout est étudié dans ces établissements. Nous aurions tort de ne pas ajouter qu'à chaque récepteur correspond un schéma et un plan de montage, qui permet à chacun de faire son propre poste avec toutes indications

utiles. Ces schémas et plans sont d'ailleurs expédiés sur simple demande.

A signaler une toute dernière nouveauté : le haut-parleur indécrochant à démontage automatique. C'est un haut-parleur de conception fort ingénieuse dont la bobine d'excitation peut être changée instantanément et qui permet, en outre, un nettoyage facile, mais indispensable de temps en temps avec les dynamiques.

Ecole centrale de T. S. F. — A l'heure où la radio prend une remarquable extension, l'existence d'une école sérieuse s'impose de plus en plus. *L'Ecole Centrale de T. S. F.*, que l'on connaît aussi sous le nom d'Ecole de la rue de la Lune, peut se flatter d'être la première en date et, aussi, celle qui a toujours su maintenir son niveau au cours de son fonctionnement.

Créée uniquement pour l'enseignement des opérateurs maritimes, elle a ajouté de multiples branches à son activité. Cours d'ingénieurs, sous-ingénieurs, monteurs, dépanneurs, etc., elle forme aujourd'hui des centaines de spécialistes dont ne manquent pas de se féliciter ceux qui les emploient.

Pival, le spécialiste des antiparasites, offre de multiples solutions, toutes rationnelles et radicales, chacune s'adaptant à un cas déterminé. Tous les filtres pour moteurs et autres à appareils perturbateurs, portent la marque *Pival*. Pourtant, il faut songer également aux récepteurs qui doivent être protégés, la source des parasites étant inconnue. A ce cas le plus fréquent correspond la pose d'une antenne antiparasites munie d'un double transformateur à prise variable, seule solution logique pour accorder alors l'antenne au circuit d'entrée du poste.

Etablissements Schneider frères. — Les modèles 1937 de cette firme comprennent notamment quatre superhétérodynes à 4, 5, 6 et 8 lampes. Nous noterons en particulier la réception « toutes ondes », l'emploi de noyaux de fer à haut rendement (coefficient de surtension 450) ; un couplage d'antenne spécial évitant les seconds battements en P. O. et G. O. et assurant une égale sensibilité pour toutes les longueurs d'ondes. A signaler également l'application du « cerveau technique », c'est-à-dire d'un bloc avec toutes les pièces les plus sensibles de l'appareil étalonnées et vérifiées d'avance ; la démultiplication gyroscopique du cadran avec signalisation lumineuse des stations sans aiguille ; un filtrage du secteur antiparasites ; un volume central automatique indépendant de la position du contrôle du volume. La puissance de sortie est de 2,4 W, 3,2 W avec 5 % de distorsion pour les 4 et 5 lampes et 3 W avec 3 % de distorsion sur les 6 lampes.

Le 8 lampes toutes ondes comprend une préamplification H F en ondes courtes, la sélectivité variable, une B F pushpull à résistances. Le « cerveau technique » est

étalonné avec une précision de 0,5 %. Mentionnons aussi le syntonisateur à rayon cathodique, le réglage silencieux et une puissance de sortie de 7,5 W modulés avec 3 % de distorsion.

Les *Etablissements Gaillard* se sont spécialisés dans la construction et la mise au point des châssis modernes. Toujours « à la page », ils peuvent fournir des récepteurs réellement au goût du jour pour un prix de revient calculé au plus juste.

Leurs derniers montages, que nous avons eus en mains, nous ont donné les meilleurs résultats tant sur ondes très courtes que sur petites ou grandes ondes. Résultats peu courants : la sélectivité s'est montrée à la hauteur de la sensibilité. Quant à la musicalité, elle est capable de satisfaire les oreilles les plus délicates.

Cadran transparent lumineux

Le problème que pose la conception d'un cadran de réglage n'est peut-être pas d'une haute technique, mais il n'en reste pas moins vrai que de la facilité de lecture dépendra la sensibilité *pratique* du récepteur. Un poste capable de recevoir un émetteur éloigné ne le fera cependant pas entendre si le réglage n'a pas été suffisamment précis. On peut objecter, il est vrai, que le nom des stations étant désormais marqué sur tous les cadrans, cet ennui ne peut plus subsister. Il reste alors la commodité du réglage, qui engage plus ou moins l'auditeur à utiliser son poste dans l'intégralité de ses possibilités.

C'est très certainement le cas du nouveau dispositif de cadran transparent que nous avons eu l'occasion de voir récemment.

Le cadran proprement dit est une plaque de verre éclairée sur champ. Le nom des émetteurs y apparaît clairement et ne permet aucune erreur possible. Vient ensuite la partie mobile ou indicatrice, et déjà on se demande quel genre d'aiguille est utilisé ici. Or, ce n'est ni une aiguille, ni aucun dispositif connu. Trois minces bâtonnets de verre sont disposés parallèlement et se déplacent selon l'horizontale, derrière le cadran. Un seul des trois est éclairé à la fois. Le rouge intervient pour les grandes ondes, le blanc pour les petites et le bleu pour les courtes. La figure 1 montre l'emplacement des trois indicateurs lumineux, dont la section n'est que de 2,5 mm.

La figure 2 nous montre comment est réalisé cet éclairage. Nous voyons un bâton de verre grossi. A l'une de ses extrémités est placée une ampoule d'éclairage comme

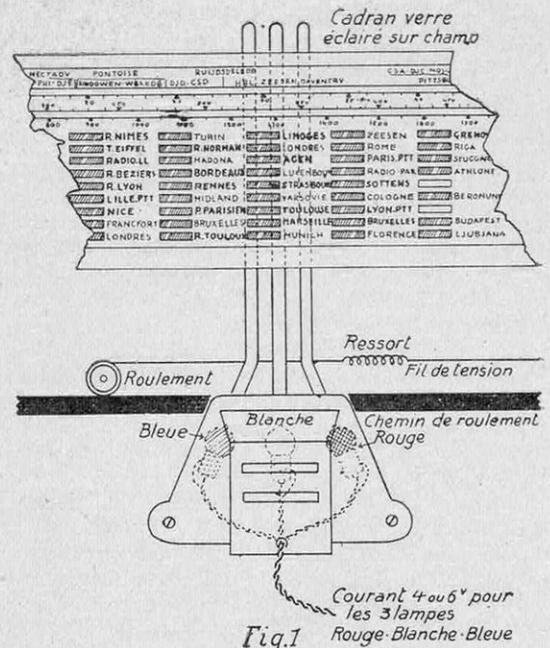


Fig. 1

EMPLACEMENT DES TROIS INDEX LUMINEUX

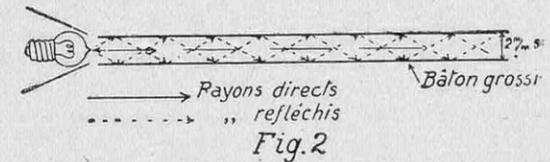


Fig. 2

ÉCLAIRAGE D'UN INDEX LUMINEUX

on en utilise couramment dans les lampes de poche. Cette ampoule est enfermée de telle sorte que sa lumière ne puisse être dirigée qu'à l'intérieur du verre. Pourtant, tous les rayons émis ne sont pas parallèles et beaucoup d'entre eux vont frapper les parois. Par réflexions successives, ces rayons sont renvoyés tout le long du tube de telle sorte que la lumière se continue jusqu'à l'extrémité opposée, *blanche*. Le bâton est uniformément éclairé sur toute sa longueur bien que la source lumineuse soit à une de ses extrémités seulement.

Le fond sur lequel se déplacent les verres lumineux est noir, ce qui augmente la visibilité de l'ensemble.

Cette nouveauté prend toute sa valeur quand elle est utilisée sur un des derniers modèles de cadran gyroscopique à rattrapage intégral de jeu. On dispose alors d'un tout homogène, d'une étonnante facilité de maniement et d'une grande précision.

GÉO MOUSSERON.

SANS-FILISTES, avant d'acquérir un appareil récepteur, n'hésitez pas à consulter le service technique de *La Science et la Vie*. Il vous renseignera impartialement sans tenir compte de considérations commerciales qui, trop souvent, faussent le jugement.

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Pour totaliser la lumière reçue lorsque l'éclairage varie

Les appareils utilisés couramment pour la mesure des éclairagements donnent des indications sur leur valeur instantanée, mais ne permettent pas de totaliser la lumière reçue pendant un intervalle de temps déterminé, lorsque, dans cet intervalle, l'éclairage varie. C'est précisément cette valeur totale qu'il convient de connaître dans de nombreuses applications, par exemple en photo-

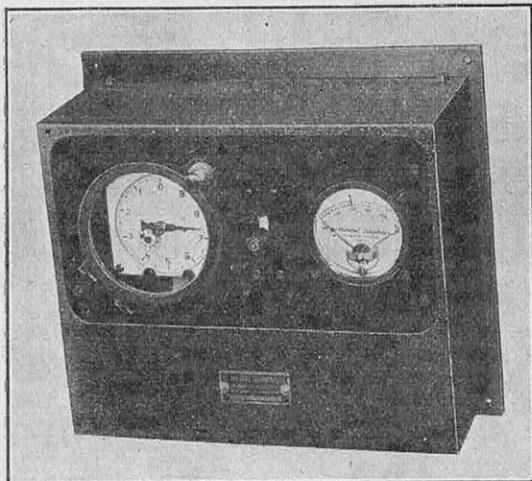
gerie, une aiguille se déplaçant sur le cadran (de gauche) et donnant par lecture directe la quantité de lumière reçue.

Si on place à l'avance l'aiguille du cadran sur la quantité de lumière à recevoir, l'intégrateur peut, lorsque cette quantité est atteinte, soit couper automatiquement la source d'énergie, soit produire toute autre signalisation.

Le cadran de droite est un appareil de mesure indiquant par lecture directe l'écran à utiliser, et la clé centrale dirige le courant de la cellule photoélectrique soit vers l'appareil de mesure, soit vers l'intégrateur.

On a ainsi, quelle que soit la variation de l'éclairage, la valeur totale, à 5% près, de l'énergie lumineuse, ce qui est précieux pour nombre d'applications, non seulement la photographie, mais l'élevage artificiel, les traitements médicaux aux rayons ultraviolets, etc.

MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE, 48, quai de Boulogne, Boulogne-Bilancourt (Seine).



EXTÉRIEUR DE « L'INTÉGRATEUR DE LUMIÈRE »

gravure où l'intensité de la source lumineuse peut varier dans le rapport de 1 à 5 pendant le tirage, sans que l'œil s'en rende compte d'une manière appréciable, par suite des variations de tension des secteurs d'alimentation et des variations de rendement des sources lumineuses, notamment des lampes à arc.

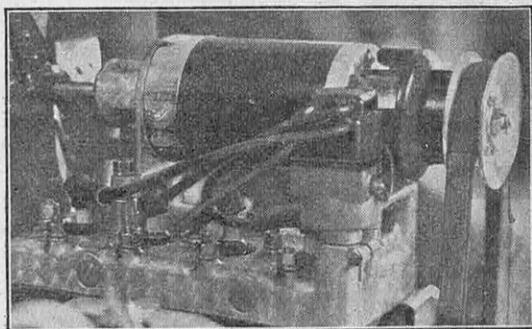
L'« intégrateur de lumière » ci-dessus résout ce problème. Il se compose essentiellement d'une cellule photoélectrique enfermée dans un boîtier métallique permettant d'intercaler entre la source lumineuse et la cellule un filtre étaloné. Cette cellule, du type photo voltaïque, débite suffisamment d'énergie pour entraîner directement, sans amplificateur, un rotor léger. Elle ne nécessite aucune tension de polarisation, a un débit pratiquement indépendant de la température (jusqu'à 55°) et son courant est soigneusement proportionnel à l'éclairage, même excessivement intense (50 000 lux). Le courant est amené par un cordon souple de 5 m de long à l'intégrateur de lumière proprement dit où est logé le rotor. Ce dernier actionne, par l'intermédiaire d'un mouvement d'horlo-

La « Simcacing » et l'aluminium

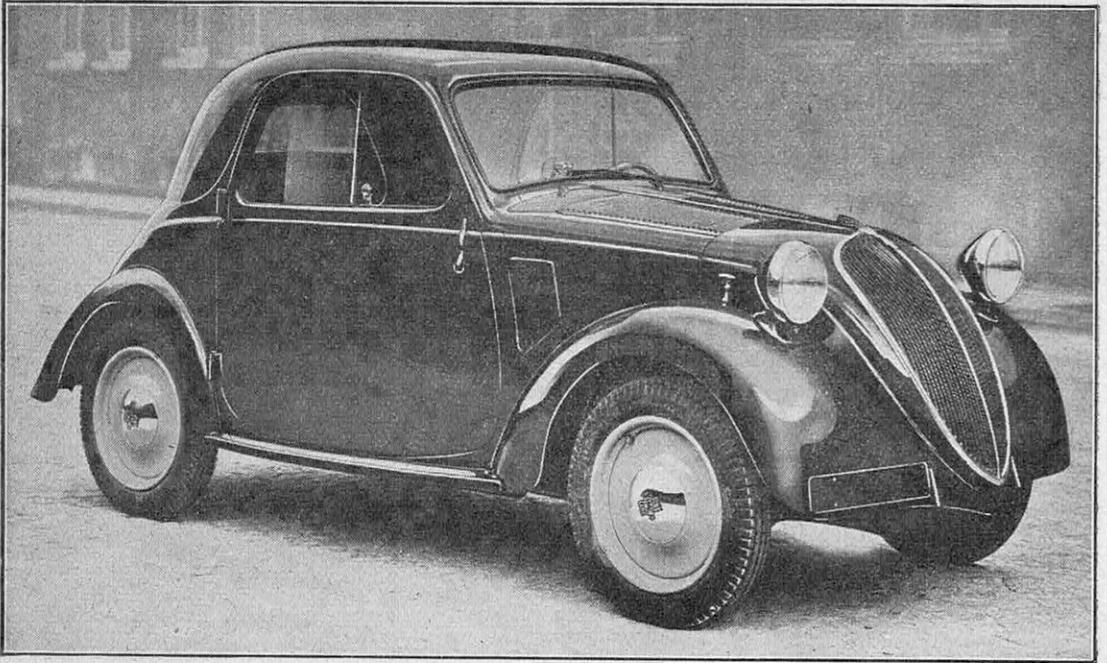
Nous avons annoncé déjà (1) l'important événement industriel qu'a représenté la sortie de la nouvelle *Simcacing*, qui correspond aux besoins d'une très nombreuse clientèle encore dépourvue d'automobile, en raison des frais trop importants de l'achat d'une voiture, ainsi que des dépenses de carburant et d'entretien.

Soulignons ici que la *Simcacing* comporte une culasse en aluminium faisant donc état, comme dit Charles Faroux, « des meilleures conquêtes parmi les plus récentes de la technique automobile ». En dehors de la culasse en alliage d'aluminium coulé en coquille, un grand nombre d'autres pièces, telles que carter de boîte de vitesse, carter de direction, support arrière de boîte de vitesse, support de pédales, support de différentiel, carter de distribution, pistons,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 227, page 424.



LA CULASSE DU MOTEUR DE LA « SIMCACING » EST EN ALLIAGE D'ALUMINIUM



VUE D'ENSEMBLE DE LA NOUVELLE VOITURE « SIMCACINQ »

S'il y a en France 100 000 personnes capables d'acheter une automobile 25 000 fr, il y en aura au moins 500 000 qui pourraient acquérir une voiture de 10 000 fr. Voilà pourquoi la Société française Fiat vient de créer la « Simcacinq ». Pesant 500 kg, elle est vendue 20 fr. le kg ! C'est un record, car elle comporte les perfectionnements les plus caractéristiques de la voiture moderne : quatre vitesses, freins hydrauliques, roues avant indépendantes, amortisseurs hydrauliques, moteur 4 cylindres à culasse en aluminium. Elle consomme moins de 5 litres à 60 km de moyenne. La photo ci-dessus permet d'apprécier ses formes rationnelles.

segments de frein, pompe à huile, etc., sont également en alliage d'aluminium coulé en coquille. Ces diverses pièces représentent un poids de 20 à 25 kg. Elles remplacent, en somme, des pièces en fonte dont le poids serait de 60 à 70 kg et procurent ainsi un allègement de 40 à 45 kg, soit environ 10 % du poids total de la voiture.

L'utilisation rationnelle de nombreux moulages d'aluminium ajoute donc un élément de qualité à tous les éléments de succès que l'ensemble de la conception de cette voiture comportait.

Retenons également qu'en dépit du prix bon marché auquel la *Simcacinq* doit être vendue, ce bon marché n'a pas fait rejeter les pièces en aluminium qui, si elles sont un peu plus coûteuses au point de vue matière première, permettent des économies appréciables par la coulée en coquille et l'usinage à grande vitesse. De plus, ces pièces ont permis un allègement notable et, par conséquent, une économie de consommation et une amélioration du rendement.

L'ALUMINIUM FRANÇAIS, 23 bis, rue de Balzac, Paris (8^e).

Des cultures sans terre

ON sait que l'alimentation la plus favorable pour les animaux consiste dans les fourrages frais. La pratique d'un ensilage bien compris permet d'arriver à ce résultat, quelle que soit la saison (1). Cependant, un silo convenablement établi exige pour sa construction des précautions indispensables et son prix de revient est toujours assez élevé.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 150, page 471.

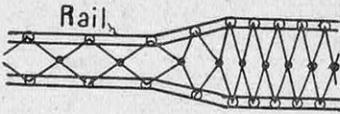
Au dernier Salon de la Machine agricole, on a pu remarquer un procédé assurant la production de fourrage frais toute l'année, et cela sans terre. Par exemple, 40 kg de maïs fournissent 200 à 240 kg de fourrage frais. On peut, d'ailleurs, employer toutes les céréales et les semences légumineuses, telles que : fèves, pois, vesces, etc.

L'appareil utilisé dans ce but est constitué par une sorte d'armoire, dont les casiers fermés reçoivent chacun environ 35 kg de grains, répartis sur une couche de 3 cm d'épaisseur, dans des corbeilles perforées. Un système de tuyaux et de robinets assure l'humectation de ces grains avec une *solution nutritive*. Cette opération est effectuée deux fois par 24 heures, pendant environ une heure. On obtiendrait ainsi, en huit jours, des plantes d'un développement de 32 cm et d'un poids de 5 à 7 fois supérieur à celui des semences. Comme les différents corbeilles se chargent à un jour d'intervalle, on peut obtenir ainsi, au bout de huit jours, une production continue. Ajoutons que cette culture s'effectue sans terre, sans lumière, sans chauffage électrique ou autre.

SANSOL, 30, rue Négrier, Lille (Nord).

Train sans arrêt à vitesse variable

L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE PARIS (1900) comportait un trottoir roulant à mouvement continu, permettant aux visiteurs de contempler sans fatigue les divers aspects de cette manifestation. Pour l'Exposition Coloniale de 1931, un concours de tapis roulants



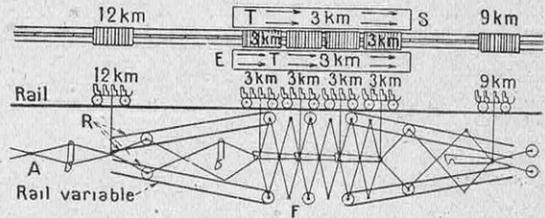
SECON LEUR ÉCARTEMENT LES RAILS OBLIGENT LES PARALLÉLOGRAMMES ARTICULÉS A S'APLATIR OU A S'ALLONGER

avait été organisé par la Ville de Paris. Le système devait permettre de passer sans danger de 3 km/h pour la montée et la descente des voyageurs, à 9 km/h dans le

trajet normal. Aucune solution ne fut mise en application.

Un de nos lecteurs, M. Ollivry, a imaginé un dispositif mécanique simple qui paraît résoudre le problème. Imaginons une série de parallélogrammes articulés, dont deux sommets, montés sur galets, sont obligés de suivre deux rails dont l'écartement n'est pas constant. Lorsque ces rails sont écartés, les parallélogrammes s'aplatissent. Ils s'allongent, au contraire, quand les rails se rapprochent. Le mouvement se faisant sans arrêt, c'est-à-dire que le nombre de parallélogrammes passant devant un point par unité de temps est constant, il est évident que le déplacement des parallélogrammes allongés sera plus rapide que celui des parallélogrammes fermés.

La solution du problème posé est alors simple (voir le schéma ci-dessus). Les pantographes (qui ont remplacé les parallélogrammes) sont allongés en A et un crochet les verrouille dans cette position. Lorsque les rails s'écartent, une butée libère le crochet, le pantographe se ferme (un deuxième crochet le verrouille) et le wagon commandé par lui ralentit sa course en F. Une nouvelle butée libère le crochet quand les rails



ENSEMBLE DU DISPOSITIF DE TRAIN A VITESSE VARIABLE DE M. OLLIVRY

On voit en T les trottoirs roulants affectés à l'entrée E et à la sortie S pendant le ralentissement du train.

se rapprochent et le premier crochet rentre en jeu. La vitesse des wagons s'accélère. On peut donc prévoir un certain nombre de points où, la vitesse étant réduite à 3 km, les voyageurs pourraient monter ou descendre. Cette opération pourrait d'ailleurs être facilitée au moyen de tapis roulants se déplaçant à 3 km/h aux points choisis. La vitesse pourrait passer aisément de 3 km/h à 12 km/h.

Ainsi, avec des voitures de 3 m de long, comportant quatre bancs de trois personnes, on pourrait transporter douze mille personnes à l'heure. Quant à la traction, elle pourrait être assurée soit par un moteur électrique par voiture (ne fonctionnant que lorsque les pantographes sont verrouillés), soit par des moteurs plus puissants et fixes actionnant la chaîne sans fin.

M. OLLIVRY, 14, Rue Lejamptel, Dol-de-Bretagne (Ille-et-Vilaine).

V. RUBOR.

CHEZ LES ÉDITEURS (1)

Guide du Pétrole, par Olivier Lesourd (1935-1936). Prix franco : France, 70 f 50 ; étranger, 75 f 50.

L'excellent ouvrage que publie chaque année, au printemps, *l'Argus du Pétrole* constitue un memento des plus précieux pour suivre, au jour le jour, l'évolution de cette « industrie clé » dans le monde. Scrupuleusement documenté, en puisant aux sources les plus sûres, ce guide fournit des renseignements complets sur la réglementation, la production, l'affrètement, les transports à l'intérieur du pays, le raffinage, l'importation et la distribution, les huiles de graissage, les huiles lourdes, les benzols, etc.

Un répertoire alphabétique fournit également les noms des administrateurs, des directeurs et des ingénieurs spécialisés dans ce vaste domaine du pétrole qui domine notre civilisation contemporaine.

« **Hitlers motorisierte Stossarmee** », par Von A. Muller. Prix franco : France, 16 f 55 ; étranger, 20 f.

Une maison d'éditions parisienne vient de publier un ouvrage en allemand dont le titre peut être traduit : « L'armée de choc motorisée de Hitler (2). » On y trouve de nombreux rensei-

gnements techniques appropriés aux conceptions de l'heure, sur des unités motorisées et les unités mécanisées. Les matériels les plus modernes de l'Allemagne y sont présentés — avec photographies — d'une façon suffisante pour que l'on puisse se rendre compte de l'effort accompli dans la rénovation les armées modernes du Reich. Nous nous permettons seulement de faire remarquer que certaines statistiques comme certains chiffres nous paraissent parfois exagérés dans un sens comme dans l'autre. Nous irons jusqu'à dire qu'ils sont quelque peu tendancieux. Mais cela ne domine pas dans son ensemble l'intérêt descriptif de l'ouvrage. C'est seulement dans l'examen des détails que nous devons apporter quelque circonspection. En tout cas, l'œuvre vivante est pleine d'actualité.

Vers le bien-être, par Raymond Patenôtre. Prix franco : France, 4 f 25 ; étranger, 6 f 50.

Lorsque paraît un ouvrage de M. Raymond Patenôtre, on peut être assuré que chacun trouve toujours un réel intérêt à sa lecture. Le petit livre qui vient d'éclorre traite évidemment des problèmes de la réforme de la monnaie et du crédit. Ce sont deux préoccupations justifiées par l'actualité. L'auteur, spécialisé en la matière, montre le désordre dont nous vivons — j'allais dire nous nous mourons — désordre qui découle évidemment d'une part de la crise monétaire, conséquence de la hausse de l'or ; d'autre part de la crise de surproduction qui n'est, en réalité

(1) Les ouvrages annoncés dans cette rubrique peuvent être adressés par LA SCIENCE ET LA VIE, au reçu de la somme correspondant aux prix indiqués.

(2) *Hitlers motorisierte Stossarmee*.

qu'une crise de sous-consommation. C'est autour de ces deux pivots que tourne toute l'argumentation si attrayante de M. Raymond Patenôte. Ce « véritable panorama » monétaire et économique attirera aisément beaucoup de « touristes ».

Ecrits de Léonard de Vinci sur le vol, par R. Giacomelli. — Dott. G. Bardi, 19, piazza Madama, Rome.

Voici un bel ouvrage italien, dont la préface a été écrite par notre éminent collaborateur le général Ferrari, directeur supérieur du Centre des Etudes et des Expériences au ministère de l'Aéronautique d'Italie, où l'auteur a su réunir, dans l'ordre chronologique, tout ce que le célèbre Léonard de Vinci a laissé sur les réactions et les mouvements de l'air, sur le vol mécanique, sur le vol des oiseaux dans l'air immobile et en présence du vent. Ainsi, nous pouvons constater que le célèbre artiste fut aussi un physicien, un ingénieur, un écrivain..., nous allions dire un précurseur !

Mesure des températures, par G. Ribaud. Prix franco : France, 12 f ; étranger, 14 f 50.

Dans l'excellente collection consacrée à la physique moderne vient de paraître un ouvrage du professeur Ribaud, dont le nom fait autorité pour tout ce qui concerne les hautes températures.

Ce petit volume est plus spécialement réservé à la mesure des températures : on y trouve une description claire et précise des méthodes et des appareils les plus récents, qui ont fait leurs preuves au laboratoire comme dans l'industrie.

La lutte contre la crise agricole aux Etats-Unis, par Nicolas Molodovsky. Prix franco France, 19 f 75 ; étranger, 22 f 50.

On sait que c'est la crise agricole qui a compromis l'équilibre de l'économie américaine. Voici exposés dans toute leur objectivité, par un auteur particulièrement averti, les facteurs qui ont joué un rôle primordial dans l'expérience du président Roosevelt. On y verra comment la grave rupture d'équilibre entre l'agriculture et l'industrie a failli bouleverser l'évolution d'un grand peuple. Ce peut être pour nous, Européens, un enseignement précieux.

La synthèse de la cosmographie terrestre par le cosmogéosphère, par le lieutenant-colonel C.-A.-H. Vincent. Prix franco France, 11 f 25 ; étranger, 13 f 25.

Constitue un petit fascicule fort bien rédigé qui permet de se rendre compte, avec une grande exactitude et sans aucune démonstration abstraite, de tous les phénomènes cosmographiques résultant de la rotation de la terre autour de son axe et de son mouvement de translation autour du soleil.

N. D. L. R. — Dans une récente étude sur les nouvelles souffleries pour les recherches aérodynamiques, nous avons publié (Avril 1936, p. 272) une photographie représentant l'essai d'un modèle de moteur en étoile en vue d'étudier l'écoulement de l'air relatif à des moteurs refroidis par l'air. Ces essais de résistance à la « traînée » permettent d'établir les éléments nécessaires au calcul des soufflantes axiales rotatives pour les souffleries établies par la maison Escher-Wyss. Le document représenté (fig. 13) a été extrait du Bulletin de cette firme qui s'est spécialisée dans l'étude des dispositifs nécessaires aux expériences relatives à la résistance et au refroidissement des moteurs aux grandes vitesses et aux grandes altitudes, sujet de grande actualité et d'un haut intérêt pour l'aviation.

— Dans notre dernier numéro (Mai 1936) page 421, nous avons indiqué comment on pouvait calculer la distance visible de l'horizon. Dans l'indication de la formule utilisée à cet effet, une erreur typographique nous a fait écrire : $D = \sqrt{H \times 2}$ (D en milles de 1 852 m, H en m). Le chiffre 2 ne doit pas, en effet, figurer sous le $\sqrt{\quad}$ et la formule devient $D = 2\sqrt{H}$. Pour $H = 300$ m, $D = 2\sqrt{300} = 2 \times 10\sqrt{3} = 34,6$ milles = 64 km environ.

TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an..... 45 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an..... 55 fr.
	{ 6 mois... 23 —		{ 6 mois... 28 —

Pour les pays ci-après :

ÉTRANGER

Afghanistan, Australie, Bolivie, Chine, Danemark, Etats-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Iles Philippines, Indes Néerlandaises, Irlande, Islande, Italie et Colonies, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Pérou, Rhodésie, Suède.

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an..... 80 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an.... 100 fr.
	{ 6 mois... 41 —		{ 6 mois.. 50 —

Pour les autres pays :

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an..... 70 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an..... 90 fr.
	{ 6 mois... 36 —		{ 6 mois... 45 —

Les abonnements partent de l'époque désirée et sont payables d'avance, par mandats, chèques postaux ou chèques tirés sur une banque quelconque de Paris. — Tout changement d'adresse doit être accompagné de la somme de 1 franc en timbres-poste.

« LA SCIENCE ET LA VIE » — Rédaction et Administration : 13, rue d'Enghien, Paris - X^e
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

LA CARRIÈRE 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).

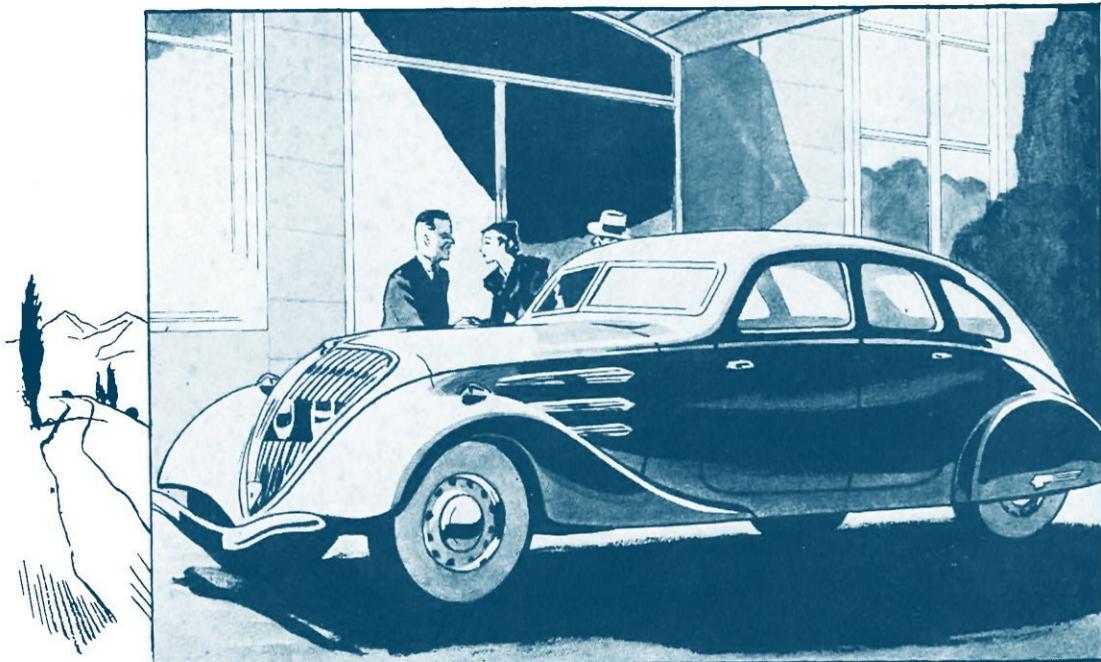
Avancement (1).

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.

Voyages heureux !...

...Pour ceux qui partent... Pour ceux qui restent !



*Plus d'adieux pathétiques, lourds de pressentiments !... Personne ne s'inquiétera, à la maison, si les voyageurs oublient d'écrire : ils sont en **PARFAITE SÉCURITÉ A BORD D'UNE 402** ! Leur itinéraire a été minutieusement établi, l'horaire quotidien sera respecté. Pas de repos supplémentaires imprévus : les merveilleuses roues avant indépendantes suppriment toute fatigue ; aucun retard à redouter, la 402 est aussi puissante, rapide et régulière qu'une "Super Mountain"...*

402

Plus de 100 à l'heure "sans pousser"
Moins de 12 lit. d'essence et moins de
200 gr. de Mobiloil AF aux 100 kms.

Peugeot

La voiture des voyages heureux !...



22.900

en cond. int. luxe, 6 places