

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

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

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

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

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

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

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

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

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

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

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

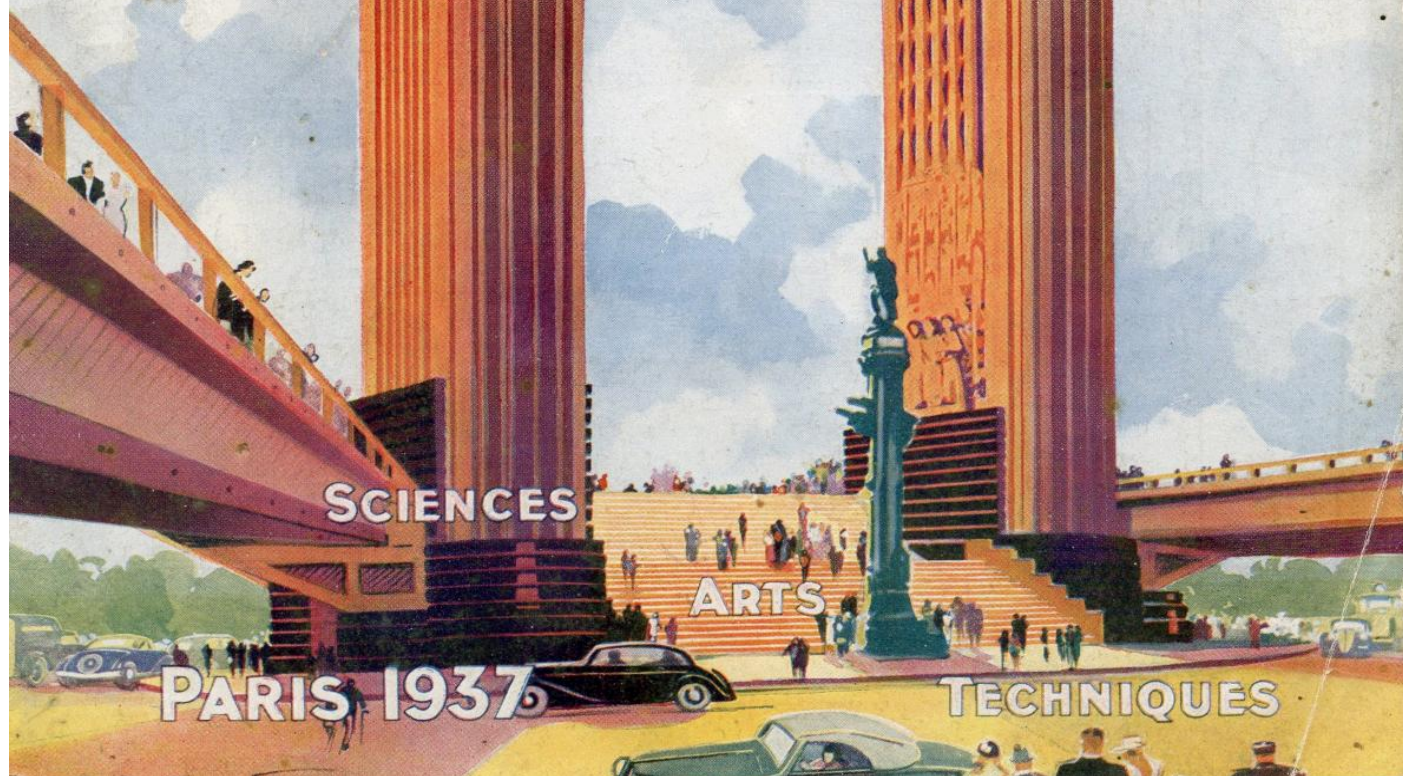
Notice de la Revue	
Auteur(s) ou collectivité(s)	La science et la vie
Auteur(s)	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Adresse	Paris : La science et la vie, 1913-1945
Collation	339 vol. : ill. ; 24 cm
Cote	SCI.VIE
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Note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

Notice du Volume	
Auteur(s) volume	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Volume	Tome 52. n. 241. Juillet 1937
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1937
Collation	1 vol. (XXVI-78 p.) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 241
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Thématique(s)	Généralités scientifiques et vulgarisation
Typologie	Revue
Langue	Français
Date de mise en ligne	10/12/2019
Date de génération du PDF	05/12/2019
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?SCVIE.241

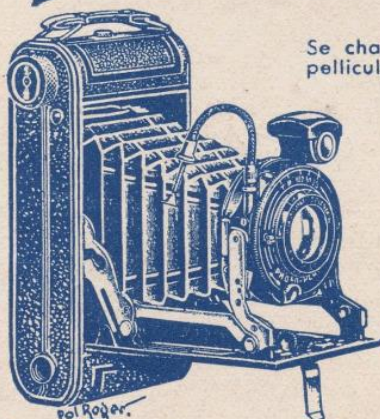
France et Colonies : 5 fr.

N° 241 - Juillet 1937

LA SCIENCE ET LA VIE



Voici les 2 Appareils



Le "SPORTEX" 6x9

Appareil automatique finement gainé. . . . **245 Fr.**
ou 8 mensualités de **33 Fr.**

Le même en 6 1/2 x 11 **295 Fr.**
ou 8 mensualités de **40 Fr.**

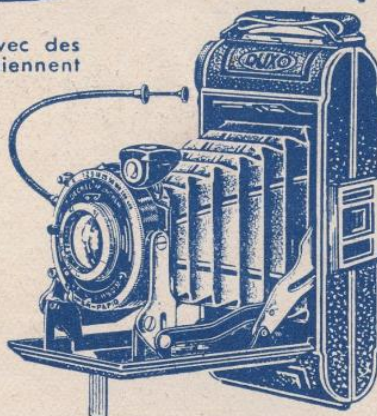
C A D E A U

Tout acheteur d'un "Sportex"
ou d'un "Duxo" payé comptant reçoit un superbe SAC EN CUIR pour l'appareil.

Se chargeant en plein jour avec des pellicules de 8 poses, qui obtiennent le plus grand

S U C C È S
auprès des Amateurs

Ils sont montés avec Anastigmat 1:4,5 OBTURATEUR A RETARDEMENT permettant de se photographier soi-même.



Le "DUXO" 6x9

Appareil automatique de luxe, gainé cuir fin, double format: 6x9 et 4 1/2 x 6.

Avec PRONTOR 1/125° **350 Fr.**
ou 10 mensualités de **38 Fr.**

PRONTOR II 1/150° **395 Fr.**
ou 10 mensualités de **43 Fr.**

COMPUR 1/250° **495 Fr.**
ou 12 mensualités de **45 Fr.**

COMPUR RAPID 1/400° **595 Fr.**
ou 12 mensualités de **54 Fr.**

1:3,8 COMPUR RAPID 1/400° **695 Fr.**
ou 12 mensualités de **63 Fr.**

Pellicules "HÉLIOCHROME"

ultra-rapides 26° Sch. - Les 8 poses

4 1/2 x 6

5.40

6x9

5.40

6 1/2 x 11

7.50

EN VENTE (avec carte de GARANTIE de 2 ANS, faculté d'échange et manuel d'instructions)

EXCLUSIVEMENT PAR LES ÉTABLISSEMENTS

PHOTO-PLAIT

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

Succursales

142, Rue de Rennes, PARIS-6° (Gare Montparnasse)

12, Avenue Victor-Emmanuel, PARIS-8° (Champs-Élysées)

104, Rue de Richelieu, PARIS-2° (Bourse)

15, Galerie des Marchands (rez-de-ch.) Gare St-Lazare

6, Place de la Porte Champerret, PARIS-17°

Maison vendant 20 à 25 % meilleur marché que partout ailleurs les Appareils, Plaques, Pellicules, Papiers, Produits et Accessoires de sa marque.

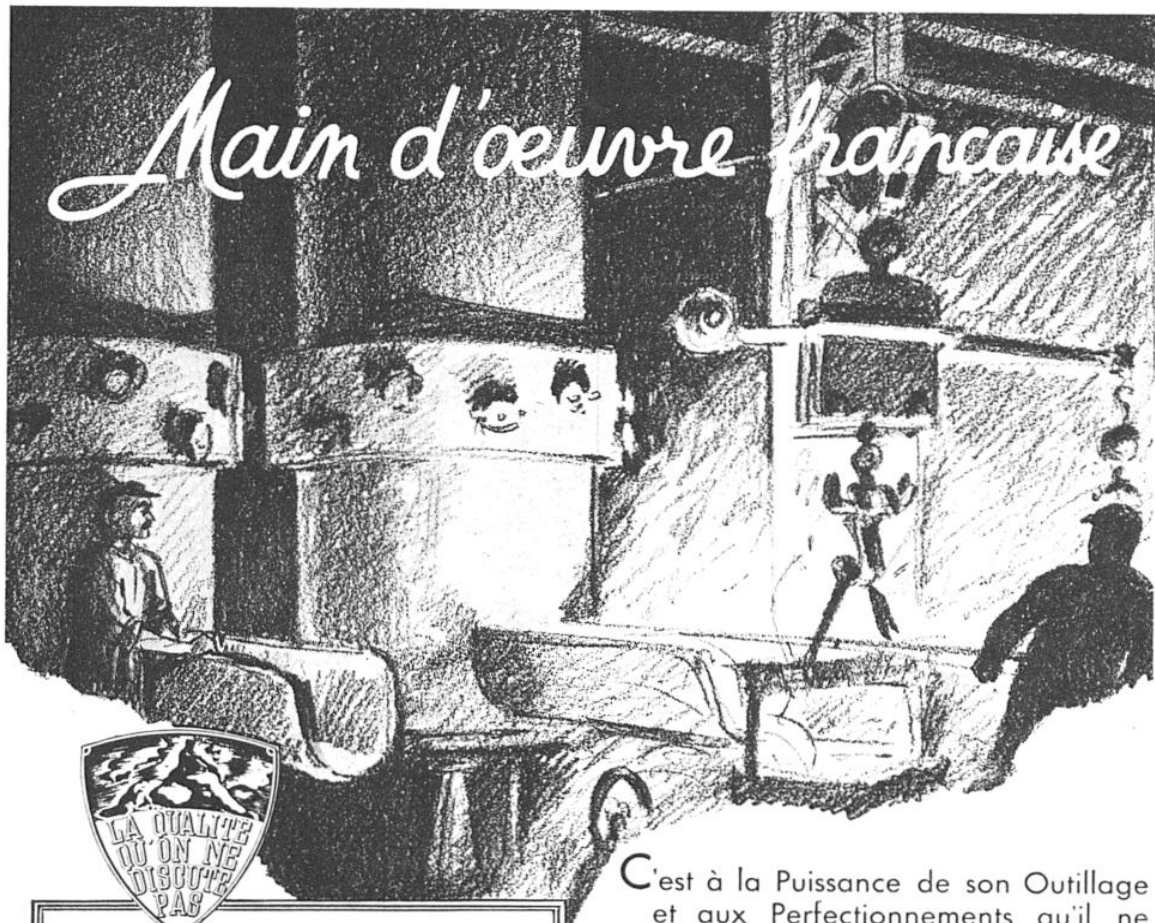
CATALOGUE PHOTO-CINÉMA 1937 GRATIS ET FRANCO

Toutes les Grandes Marques en stock: KODAK, ZEISS-IKON, WELTA, LEICA, VOIGTLANDER, ROLLEIFLEX, LUMIÈRE, PATHÉ-BABY, AGFA, EXACTA, EUMIG, etc.

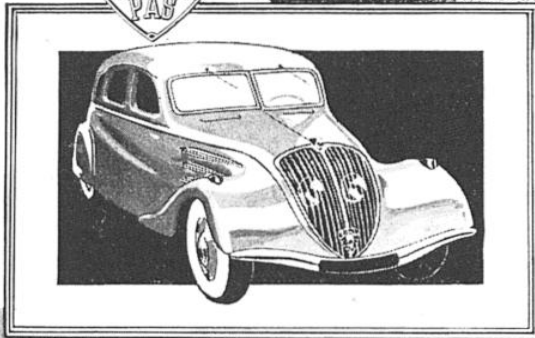
Expéditions en province à domicile franco de port et d'emballage

Pour devenir un parfait Amateur, il faut lire:

"LA PHOTO POUR TOUS" Revue mensuelle illustrée de photographie. Le N° 4 fr. 50 - Abonnement 1 an 40 fr.



Main d'œuvre française



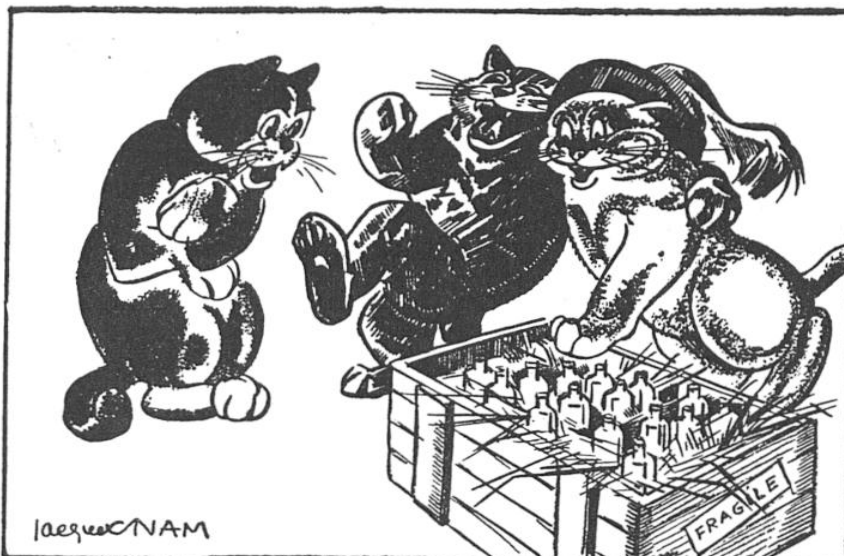
C'est à la Puissance de son Outillage et aux Perfectionnements qu'il ne cesse d'apporter à l'Organisation de ses Usines et à la Fabrication de ses voitures que PEUGEOT doit son prodigieux Succès auprès de toutes les catégories de Clients...

Quiconque a utilisé une PEUGEOT, reste fidèle à la marque et en devient l'ardent propagandiste.

201
302 à roues avant indépendantes **402**
 VOITURES SANS RIVALES

Peugeot

IVRESSE



- Ma parole vous êtes ivres ?
 — De joie mon cher - nous venons de recevoir une caisse de DENTOL.

D
E
N
T
O
LDENTIFRICE
ANTISEPTIQUEEAU - PÂTE
POUDRE - SAVONMaison FRÈRE
19, r. Jacob, Paris

*Echantillon gratuit sur
demande en se recom-
mandant de LA SCIENCE
ET LA VIE.*

Les meilleurs emplois

sont réservés aux techniciens de l'AVIATION, de l'ÉLECTRICITÉ, de l'AUTOMOBILE, du BÉTON ARMÉ et du CHAUFFAGE CENTRAL, branches vitales de l'activité industrielle. Quels que soient votre âge et vos connaissances actuelles, vous pouvez, après quelques mois d'études agréables chez vous, occuper une belle situation dans un de ces cinq domaines.

DEMANDEZ AUJOURD'HUI À
**L'INSTITUT MODERNE
 POLYTECHNIQUE**
 15, av. Victor-Hugo — Tél. Mol. 29-33
 BOULOGNE (PARIS)

sa brochure programme S gratuite.

Indiquer spécialité préférée.

un ensemble unique...

PHOTOGRAVURE
 CLICHERIE
 GALVANOPLASTIE
 DESSINS
 PHOTOS
 RETOUCHES

pour
 illustrer vos
Publicités

Établissements
Laureys Frères * O
 17, rue d'Enghien, Paris

Pour 1.500 francs

vous apprendrez un métier...

A l'heure actuelle, peu de métiers offrent des débouchés nouveaux aux jeunes activités masculines et féminines qui cherchent à s'employer. Pourtant, il en existe quelques-uns qui ignorent le chômage — et, parmi ceux-ci, la T. S. F. est la première à faire vivre largement ses techniciens. C'est donc vers elle que vous devez vous orienter ; mais il faut que vous connaissiez votre métier, que vous puissiez montrer à vos futurs employeurs des diplômes officiels qui vous consacreront. Grâce à nos cours,

vous serez breveté dépanneur...

et vous serez certain, grâce au certificat officiel qui vous sera remis à la fin des cours, de trouver une situation. La T. S. F. manque de « cerveaux » et de « mains ». On trouve de nombreux bricoleurs, mais les maisons sérieuses les éliminent ; ils vont de place en place, ils n'ont aucun brevet, ils ne connaissent pas leur métier. Mais vous, si vous voulez travailler sérieusement pendant six mois, si vous suivez nos conseils : grâce à nos cours,

votre situation sera assurée...

et votre avenir sera tout tracé. En effet, les sociétés les plus importantes de la place nous offrent journellement des situations de premier ordre de directeur ou sous-directeur de stations de dépannage, mais nous manquons de personnel qualifié à leur proposer. Ces places qui restent vacantes, c'est à vous de les occuper. Mais pour ceci, il vous faut suivre une préparation sérieuse, aussi bien technique que pratique, et ce n'est que grâce aux cours de manipulation et de montage que nous sommes les seuls à organiser que

vous monterez vous-même 6 postes...

Nous avons décidé, afin que vous ayez en mains le matériel perfectionné le plus moderne qui soit, de demander à l'une des plus anciennes maisons de T. S. F., dont les références sont connues, de nous fournir le matériel qui sera votre propriété. Grâce à sa collaboration, nous avons pu mettre sur pied un ensemble qui vous permettra, avec le même matériel, de construire six postes différents. Vos montages terminés, il vous restera un superhétérodyne 6 lampes de grande valeur, ce qui représente un amortissement de plus de 1.000 francs du prix de votre cours :

vous posséderez un Super-6 lampes.

Tout ce qui concerne les parties technique et pratique des Cours est fait, sous la direction de M. Lavigne, par l'

**ÉCOLE FRANÇAISE
DE RADIOÉLECTRICITÉ**
10 bis, rue Amyot, PARIS-V°

SECTION INDUSTRIELLE (atelier-école de monteurs), 5, CITÉ PARADIS, PARIS
ADRESSER TOUTE CORRESPONDANCE : 10 bis, RUE AMYOT, PARIS

Le matériel est le même que celui fourni aux Ministères et aux grandes Administrations par

“ LE PIGEON VOYAGEUR ”
252 bis, boul. Saint-Germain
PARIS-VII°

2 chances de gagner...

...avec le même billet !

TIRAGE PRÉLIMINAIRE
45 MILLIONS

GRAND PRIX DE PARIS
75 MILLIONS

soit en tout
120 MILLIONS
POUR LA TRANCHE DU SWEEPSTAKE

LOTIERIE NATIONALE

prenez votre chance !

R.L.B.

VALORIN S. A.

Siège Social : Grand Chêne, 2, LAUSANNE (Suisse)

SOCIÉTÉ ANONYME POUR LA PROTECTION INTERNATIONALE DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE ET POUR LA VALORISATION DES INVENTIONS

Etude détaillée et mise au point de nouvelles idées. — Recherche d'antériorités. — Obtention de brevets d'invention en tous pays. — Négociation des brevets. — Cessions. — Licences.

RENSEIGNEMENTS ET DEVIS SUR DEMANDE ET SANS FRAIS

Fumez les Cigarettes

WEEK-END

GOUT ANGLAIS

de la Régie Française

CAISSE AUTONOME D'AMORTISSEMENT

BULLETIN A DÉTACHER
POUR COMMANDER LE GUIDE COMPLET
DES CARRIÈRES DE L'ÉTAT
A L'ÉCOLE SPÉCIALE D'ADMINISTRATION

28, Boulevard des Invalides, 28, PARIS (7^e)

En me recommandant de « La Science et la Vie », je vous prie d'envoyer le guide sus visé de 96 pages, in-8 coq., indiquant les Carrières masculines et féminines en France et aux Colonies, les traitements, les limites d'âge, les diplômes, les épreuves à subir, les suppléments, les différentes lois concernant les fonctionnaires, à l'adresse suivante :

Nom et prénoms.....

Rue et n°.....

Ville et Département.....

Date de naissance (1).....

Diplômes le cas échéant (1)

Lieu et date de nomination (1)

Traitement désiré (1)

(Cet envoi sera fait gratuitement et sans engagement pour moi.)

(1) Ces renseignements ont pour but d'obtenir des conseils plus précis.

ÉTUDES CHEZ SOI

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

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

L'ÉCOLE UNIVERSELLE,

placée sous le haut patronage de plusieurs Ministères et Sous-Secrétariats d'Etat,
LA PLUS IMPORTANTE DU MONDE

L'efficacité des méthodes de l'Ecole Universelle, méthodes qui sont, depuis 30 ans, l'objet de perfectionnements constants, est prouvée par

LES MILLIERS DE SUCCÈS

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

Pour être renseigné sur les avantages que peut vous procurer l'enseignement par correspondance de l'Ecole Universelle, envoyez-lui aujourd'hui même une carte postale ordinaire portant simplement **votre 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° 27.900, concernant les *classes complètes de l'Enseignement primaire et primaire supérieur* jusqu'aux Brevet élémentaire et Brevet supérieur inclusivement — concernant, en outre, la préparation rapide au *Certificat d'études primaires*, au *Brevet élémentaire*, au *Brevet supérieur*, pour les jeunes gens et jeunes filles qui ont déjà suivi les cours complets d'une école — concernant, enfin, la préparation au *Certificat d'aptitude pédagogique*, aux divers *Professorats*, à l'*Inspection primaire*, 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° 27.908, 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° 27.912, concernant la préparation à *tous les examens de l'Enseignement supérieur*: licence en droit, licence ès lettres, licence ès sciences, certificat d'aptitude aux divers professorats, etc.

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

BROCHURE N° 27.918, 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° 27.921, 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° 27.927, 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° 27.934, 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° 27.936, concernant la préparation à toutes les carrières de l'**Agriculture**, des **Industries agricoles** et du **Génie rural**, dans la Métropole et aux Colonies. — **Radiesthésie**.
(Enseignement donné par des Professeurs des Grandes Ecoles, Ingénieurs agronomes, Ingénieurs du Génie rural, etc.)

BROCHURE N° 27.943, 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° 27.948, 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° 27.954, concernant la préparation aux carrières du **Cinéma** : Carrières artistiques, techniques et administratives.
(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 27.959, concernant la préparation aux carrières du **Journalisme** : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 27.964, 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° 27.968, 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° 27.972, 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° 27.975, 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° 27.980, 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° 29.987, concernant l'**Art d'écrire** (Rédaction littéraire, Versification) et l'**Art de parler en public** (Eloquence usuelle, Diction).

BROCHURE N° 27.993, enseignement pour les **enfants débiles** ou **retardés**.

BROCHURE N° 27.995, concernant les **carrières féminines** dans tous les ordres d'activité.

BROCHURE N° 27.997, **Coiffure, Manucure, Pédicure, Massage, Soins de beauté**.

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)

Esso = Qualité
Faites confiance à tous
les produits
vendus sous ce signe.

Essolube
L'HUILE SUPÉRIEURE POUR AUTOS

STANDARD

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

EXCELSIOR

GRAND QUOTIDIEN ILLUSTRÉ

ABONNEMENTS

FRANCE ET COLONIES..	Trois mois.. . . .	35 fr.
	Six mois.. . . .	65 fr.
	Un an.. . . .	120 fr.
BELGIQUE..	Trois mois.. . . .	42 fr.
	Six mois.. . . .	80 fr.
	Un an.. . . .	150 fr.
ÉTRANGER (tarif postal réduit)	Trois mois.. . . .	65 fr.
	Six mois.. . . .	120 fr.
	Un an.. . . .	230 fr.
ÉTRANGER (tarif postal augmenté)	Trois mois.. . . .	90 fr.
	Six mois.. . . .	175 fr.
	Un an.. . . .	340 fr.

**VOTRE
RÊVE...**

PARTIR,
BATIR,
VIVRE...



....il est là

dans le billet qui vous attend,
à quelques pas de chez vous,
VOTRE BILLET du
prochain tirage de la

LOTÉRIE NATIONALE

N'attendez pas qu'il n'y en ait plus...
N'attendez pas le lendemain du tirage !
Dès aujourd'hui

prenez votre chance !

Pub. R.-L. Dupuy

R.-L. Dupuy

Il y a d'excellentes **JUMELLES FRANÇAISES** ...

vous dira votre opticien

Pourquoi une jumelle ne serait-elle pas à la fois PRÉCISE ET FRANÇAISE ?

Ainsi, la jumelle **B.B.T. KRAUSS**, fabriquée en France par des ouvriers français, et avec un outillage français, ne craint pas la comparaison avec les jumelles étrangères les plus renommées.

Demandez à votre opticien de vous montrer la

JUMELLE FRANÇAISE DE PRÉCISION

Catalogue sur demande
82, Rue Curial
Paris-19^e

BBT KRAUSS

Fournisseur des Gouvernements Français et Etrangers

Boîte à Lumière contenant le Brûleur d'Ultra-violet

Support inclinable du Document à contrôler

Une nouvelle Lanterne de Contrôle à la Lumière de Wood

La nouvelle Lanterne de Contrôle à la Lumière de Wood, figurée ci-dessus, a été plus spécialement étudiée pour l'analyse et l'examen par fluorescence des Matières premières, Documents et Echantillons de toutes sortes. De forme et de dimensions appropriées à cet usage, elle est munie d'une Plaque mobile inclinable destinée à supporter les objets à examiner et d'une Boîte à Lumière absolument étanche. Grâce à l'amovibilité de son Filtre et à la puissance de son Brûleur à Vapeur de Mercure elle peut être utilisée dans toutes les applications de la Lumière Ultra-Violette.

Pour tout ce qui concerne l'Ultra-Violet : demander renseignements, catalogues et devis à

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

Situations DANS L'AVIATION

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

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

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

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

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

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

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

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

Voir article
n° 234, page 511

La Lunette de Lit

permet, dans la position couchée, de lire sans fatigue

Elle est indispensable à tous les alités et même aux bien portants. — Elle existe sans correction ou pour Myopie, Hyperopie et Presbytie.

H. & M. RENAULT - Optique Wagram
107, rue Jouffroy, Paris-17^e

POMPES DAUBRON

57, avenue de la République, PARIS

ÉLECTRO-POMPES DOMESTIQUES

pour villas, fermes, arrosage, incendies

FONCTIONNEMENT AUTOMATIQUE

Distribution d'eau sous pression
par les groupes

DAUBRON

POMPES INDUSTRIELLES

tous débits, toutes pressions, tous usages

ECOLE CENTRALE DE T.S.F.

12, RUE DE LA LUNE, PARIS, 2^e



TOUTES LES PRÉPARATIONS

PROFESSIONNELLES :
RADIOTÉLÉGRAPHISTES DES MINISTÈRES
ET GRANDES ADMINISTRATIONS ; OFFI-
CIERS-RADIO DE LA MARINE MARCHANDE ;
INGÉNIEURS ET SOUS-INGÉNIEURS RADIO ;
CHEFS - MONTEURS.

MILITAIRES T.S.F. :
GÉNIE. — Chefs de Postes et Élèves Officiers
AVIATION. — Brevet Radio.
MARINE. — Brevet Radio.

Durée moyenne des études : 5 à 12 mois
L'École s'occupe du placement et de l'incorporation

COURS DU JOUR, DU SOIR ET PAR CORRESPONDANCE

LES BEAUX RÉSULTATS OFFICIELS DES ANNÉES SCOLAIRES

1931-32. — 1932-33. — Sessions de Paris (Diplômes
Radio des P. T. T.)

ANNÉE SCOLAIRE 1931-32 : 91 Candidats de
toutes les écoles de France ont été diplômés ;
68 de ces candidats appartenaient à notre École.

ANNÉE SCOLAIRE 1932-33 : 68 candidats de
toutes les écoles de France ont été diplômés ;
53 de ces candidats appartenaient à notre École.

*Ces résultats nous dispensent de tout commentaire.
Demandez sans tarder tous renseignements utiles pour
la nouvelle Session de Juillet 1937*



PUBL. BONNAGE

*Unique ! une portable réglable
à votre frappe personnelle*



Désormais, d'un simple coup de
pouce, une seule ROYAL s'adapte
à la frappe particulière de chaque
membre de la famille.

Essayez-la!
ROYAL

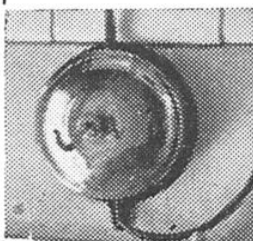
COMPAGNIE FRANÇAISE
DES MACHINES À ÉCRIRE ROYAL S. A.
69, BOULEVARD HAUSSMANN, PARIS
TÉLÉPHONE : ANJOU 02 93

Au moyen d'un premier acompte et de verse-
ments mensuels, vous pouvez profiter immé-
diatement des avantages d'une ROYAL POR-
TABLE — en somme une dépense de moins de

4 francs par jour

AGENCES PARTOUT

EAU CHAUDE COURANTE



Sans installation, vous
posez le CHOFOLO sur votre
toilette ou votre évier.

Branchez le courant sur
une prise électrique ordinaire
et, immédiatement, l'eau
chaude coule à la tempé-
rature désirée.

Le circuit de l'eau étant
totalement isolé du courant,
aucun danger n'est à craindre.

Vous aurez donc l'eau
chaude pour la modique
somme de 147 fr. (contre rem-
boursement, 152 fr.), chèque
postal 196-486, port en sus.

Adressez-vous à CHOFOLO type Z, 116 bis, Champs-
Élysées, Paris. Notice et démonstration gratuites.

INVENTEURS

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

DEMANDEZ LA BROCHURE GRATUITE "S".

LA

SCIENCE

ET LA **VIE**

est
le seul Magazine
de Vulgarisation

Scientifique et Industrielle



RÉDACTION ET ADMINISTRATION :
13, RUE D'ENGHIEN, PARIS-X^e

ÉVITEZ LES ÉPIDÉMIES

◀ **FILTRE** ▶

DANS TOUTES BONNES MAISONS
et 155, faubourg Poissonnière, Paris

MALLIÉ

*Quand vous pensez
"petits moteurs"
vous dites :*

Dites aussi :

quand vous pensez

- MOTEURS ASYNCHRONES
- SYNCHRONISÉS - COMPOUND
- CONVERTISSEURS
- COMMUTATRICES
- ALTERNATEURS
- GROUPES POLYMORPHIQUES
- GÉNÉRATRICES HT & BT
- GROUPES ÉLECTROGÈNES
- VENTILATEURS - ASPIRATEURS
- TOURNE - DISQUES
- NOYAUX MAGNÉTIQUES
- EN POUDRE DE FER

RAGONOT
RAGONOT



RAGONOT

15, Rue de Milan - PARIS-IX°
Téléphone: Trinité 17-60 et 61.

Pub. R.-L. Dupuy

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 : 125 fr.

(l'appareil de vulgarisation)

Emb. et port : France : 5 fr.
ou à la Etranger : 10 fr.

CHAMBRE CLAIRE UNIVERSELLE

(l'appareil de précision)

255 fr. ou 395 fr.

Emballage et port : France : 8 fr. — Etranger : 25 fr.
Donne dessins agrandis, copiés ou réduits de
portraits, paysages, objets, documents, etc.



EX : PAYSAGE D'APRÈS NATURE

Nombreuses
références
officielles
et privées

•
Envoi
gratuit du
Catalogue
N° 12
•

PENDANT
VOS
VACANCES



EX : AGRANDISSEMENT D'UNE PHOTO

P. BERVILLE INSTRUMENTS et FOURNITURES
POUR LE DESSIN

18, Rue La Fayette — PARIS-9°

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



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

1re Partie : SYSTÈME NERVEUX.

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

2me Partie : ORGANES SEXUELS ET APPAREIL URINAIRE.

Impuissance totale ou partielle, Varicocèle, Pertes Séminalles, Prostatite, 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. GRARD, 80, Avenue Alexandre-Bertrand, BRUXELLES-FORST**, 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.

SOURDS



2 Inventions nouvelles :

1^o **CONDUCTOS INTÉGRAL**

ET LE

CONDUCTOS STABILISÉ

vous feront

ENTENDRE IMMÉDIATEMENT

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

ÉCOLE DES MÉCANICIENS DE LA MARINE et de l'AIR

19, rue Viète - PARIS

MÊME ÉCOLE

56, boul. Impératrice de Russie
NICE (Alpes - Maritimes)

MARINE DE GUERRE:

Ecole des Elèves-Ingénieurs, Ecoles de Sous-Officiers et 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 classe. Diplôme d'Aspirant Mécanicien-Électricien.

AIR:

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

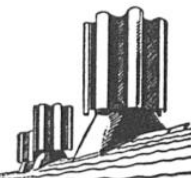
PROGRAMMES GRATUITS

**COURS SUR PLACE
COURS PAR CORRESPONDANCE**

CHANARDISEZ vos LOCAUX!

CHANARDISER c'est
évacuer sans frais:

les brées,
les odeurs,
les fumées.



C'est assurer sans
courants d'air une **AÉRATION
ÉNERGIQUE ET ABONDANTE**

CATALOGUE N° 78 SUR DEMANDE

CHANARD SA 3 RUEIL-MALMAISON 92100

Une **INVENTION
NOUVELLE**

est souvent une source de
profits pour son auteur.

Un **BREVET
d'INVENTION**

bien étudié permet
seul d'en tirer parti.

POUR AVOIR
UNE BONNE
PROTECTION
**UTILISEZ LES
SPÉCIALISTES**

DE

LA SCIENCE ET LA VIE



RENSEIGNEMENTS
GRATUITS SUR PLACE
ET PAR ÉCRIT AU

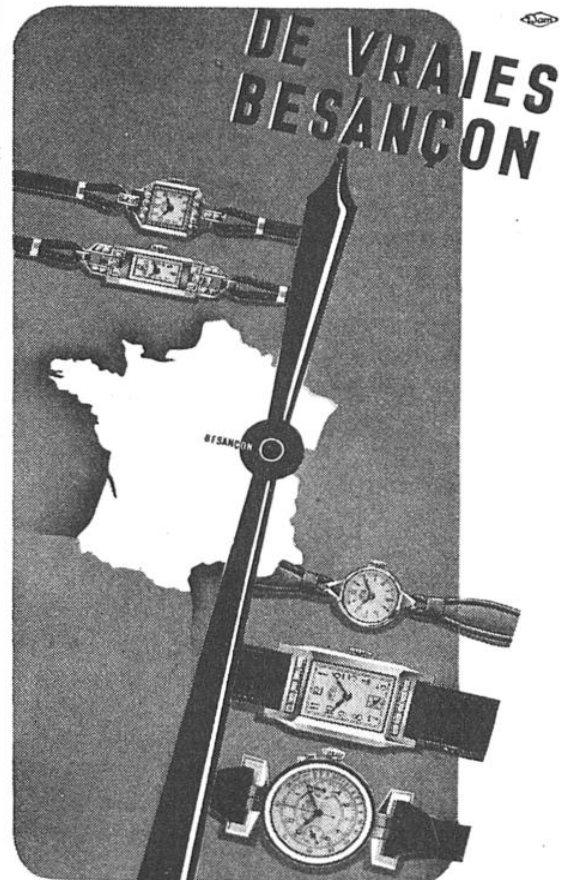
**SERVICE SPÉCIAL DES
INVENTIONS NOUVELLES**

DE

LA SCIENCE ET LA VIE



23, RUE LA BOÉTIE
PARIS (VIII^e)



★ DIRECTEMENT DE LA FABRIQUE
★ ET DU PAYS DE L'HORLOGERIE

Les montres de qualité naissent et s'achètent à BESANÇON "Capitale de l'Horlogerie française" ★ Faites donc venir de la fabrique même la montre de votre goût ★ Vous choisirez aussi aisément qu'à Besançon, parmi les

★ 600 MODÈLES ★

infiniment variés pour Dames et Messieurs (gamme complète de prix) présentés sur le bel Album Montres N° 37-65 envoyé gratuitement sur demande adressée aux E^{ts} SARDA, les réputés horlogers de Besançon installés depuis 1893 ★

Reprise et échange de montres et bijoux anciens.

SARDA
BESANÇON



RÉVÉLATION DU SECRET DE L'INFLUENCE PERSONNELLE

Méthode simple pour développer le magnétisme, la concentration, la mémoire et la force de volonté. Un livre de 80 pages décrivant entièrement cette méthode unique ainsi qu'un diagramme d'auto-analyse et une étude de caractère GRATIS à tous ceux qui écrivent immédiatement.

« La merveilleuse puissance de l'Influence Personnelle, du Magnétisme, de la Fascination, du Contrôle de l'Esprit, qu'on l'appelle comme on voudra, peut être sûrement acquise par toute personne, quels que soient son peu d'attrait naturel et le peu de succès qu'elle ait eu », dit M. Elmer E. Knowles, auteur du livre intitulé : *La Clé du Développement des Forces Intérieures*. Ce livre dévoile des faits aussi nombreux qu'étonnants concernant les pratiques

des Yogis hindous et expose une méthode unique en son genre pour le développement du Magnétisme Personnel, des Puissances Hypnotiques et Télépathiques, de la Mémoire, de la Concentration et de la Force de Volonté à l'aide de la merveilleuse science de la suggestion. Le comte H. Csaky-Pallavicini écrit : « Chacun devrait posséder votre méthode si simple. Les instructions qu'elle contient sont aussi nécessaires à l'humanité que l'air l'est aux poumons ou la nourriture au corps. » Ce livre distribué gratuitement contient de nombreuses reproductions photographiques montrant comment ces forces invisibles sont employées dans le monde entier et comment des milliers de personnes ont développé certaines puissances de la possession desquelles elles étaient loin de se douter. La distribution gratuite a été confiée à une grande institution de Bruxelles et un exemplaire sera envoyé franco à quiconque en fera la demande.



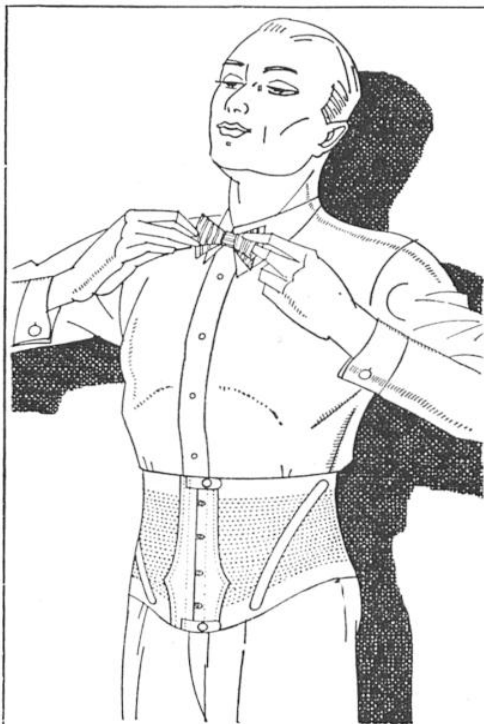
Comte H. CSAKY-PALLAVICINI

En plus du livre gratuit, toute personne qui écrit immédiatement recevra un exemplaire du diagramme d'auto-analyse du professeur Knowles ainsi qu'une étude détaillée de caractère. Copiez simplement de votre propre écriture les lignes suivantes :

« Je veux le pouvoir de l'esprit,
La force et la puissance dans mon regard.
Veuillez lire mon caractère
Et envoyez-moi votre livre. »

Ecrivez très lisiblement vos noms et adresse complets (en indiquant Monsieur, Madame ou Mademoiselle) et adressez la lettre à **PSYCHOLOGY FOUNDATION S. A.**, distribution gratuite (Dept. 3529-F), rue de Londres, 18, Bruxelles, Belgique. Si vous voulez, vous pouvez joindre à votre lettre 3 francs français, en timbres de votre pays, pour payer les frais d'affranchissement, etc. Assurez-vous que votre lettre est suffisamment affranchie. L'affranchissement pour la Belgique est de 1 fr. 50.

N. B. — *Psychology Foundation* est une maison d'édition établie depuis de nombreuses années. Elle s'est fait d'innombrables amis par la distribution de livres utiles et de brochures traitant de questions psychologiques et mentales. Plus de quarante professeurs d'universités ont contribué à ses éditions et tous les ouvrages pour lesquels un prix est fixé sont vendus avec une garantie de satisfaction ou de remboursement.



Pour sa Santé !
Pour sa Ligne !

L'HOMME MODERNE

doit porter la

Nouvelle Ceinture

Anatomic

INDISPENSABLE à tous les hommes qui "fatiguent" dont les organes doivent être soutenus et maintenus.

OBLIGATOIRE aux "sédentaires" qui éviteront "l'empatement abdominal" et une infirmité dangereuse : **l'obésité.**

Nos	TISSU ÉLASTIQUE — BUSC CUIR —	Haut. devant	COTE forte	COTE souple
101	Non réglable...	20 c/m	80 f.	100 f.
102	Réglable.....	20 c/m	100 f.	120 f.
103	Non réglable...	24 c/m	110 f.	130 f.
104	Réglable.....	24 c/m	130 f.	150 f.

Recommandé : 102 et 104 (se serrant à volonté).

Commande : Indiquer votre tour exact d'abdomen.

Echange : par retour si la taille ne convient pas.

Envoi : rapide, discret, par poste, recommandé.

Port : France et Colonies : 5 fr. - Étranger : 20 fr.

Paiement : mandat ou rembours (sauf Étranger).

Catalogue : échantill. tissus et feuil. mesur. Fco

BELLARD - V. THILLIEZ

SPÉCIALISTES

22, Faub. Montmartre - PARIS-9.

Désirez-vous édifier **RAPIDEMENT** un bâtiment **ÉCONOMIQUE** ?

Seule, la **SÉRIE 39**

de mes constructions en acier pourra vous permettre de réaliser
votre projet **VIVEMENT ET A BON COMPTE**



Nous les
fabriquons
dans notre
usine à
Petit-Quevilly
lez-Rouen

**LES HANGARS
EN ACIER
DE LA
SÉRIE 39**

Écrivez
aujourd'hui
pour la
Brochure 144
franco 7
demande.

**SONT INDISPUTABLEMENT
LES MEILLEURS et le MEILLEUR MARCHÉ**

JOHN REID **PETIT-QUEVILLY-LEZ-ROUEN. (Seine-Inf.)**

Voilà de la charpente métallique **réellement pratique** ! Le premier venu saura la poser sans faire appel à la main-d'œuvre spécialisée.

Ma **Série 39** se fabrique en **cinquante-trois modèles distincts**. Il y en a pour tous les terrains et pour tous les besoins. Elle commence avec le modèle ayant **cinq mètres** de portée et elle finit avec celui de **quinze mètres**. Comme longueur, tout est possible. Je fais des travées de 4 m, 4 m 50 et 5 m. Vous pourrez commencer tout petit et agrandir tous les ans.

La **Série 39** fait bien l'affaire de MM. les Industriels et de MM. les Propriétaires. Elle s'emploie avec ou sans auvents. Elle se prête à tous les besoins de l'industrie et de la culture. L'administration s'en sert couramment.

La **Série 39** peut vous servir indifféremment de garage, magasin, atelier, hangar, salle paroissiale ou pavillon d'habitation. Elle se trouve dans tous les départements et dans toutes les colonies. Elle se monte entièrement à boulons — aucun rivet n'entre dans sa construction. Elle n'occupe que peu de place dans la cale d'un vapeur.

Documentez-vous sur la **Série 39**. Il y a trente ans, grand-père me disait ceci : « Faites quelque chose de bien et le moins cher possible ; le monde se fera un chemin jusqu'à la porte de votre usine. » Ma foi, il avait raison.

Dans n'importe quel coin du monde que le hasard vous ait placé, la **Série 39** pourra vous être d'une utilité précieuse. Commencez par m'écrire au sujet de votre projet.

ADRESSEZ-VOUS A

JOHN REID, Ingénieur-Constructeur

6 bis, rue de Couronne, PETIT-QUEVILLY-LEZ-ROUEN (Seine-Inf.) — Tél. : 960-35 PETIT-QUEVILLY

RENDEZ-VOUS A PARIS TOUS LES LUNDIS

LE PAVILLON DU GAZ A L'EXPOSITION 1937

A l'angle du quai d'Orsay et du boulevard de la Tour-Maubourg, tout près de la porte 28, le Pavillon du Gaz, construit sur la berge de la Seine, rive gauche, dresse son élégante silhouette et attire de loin l'attention des visiteurs.

Dominé par une tour que termine une flamme mouvante symbolisant le gaz, ce pavillon atteste, de bien des façons, la vitalité d'une Industrie toujours jeune, parce que toujours en quête de nouveaux progrès : il présente en une large synthèse les applications très diverses du gaz, dans le cadre familial aussi bien que dans les branches les plus variées du Commerce et de l'Industrie.

S'agit-il de chauffe-bains ou de chauffe-eau ? Ce sont là autant d'éléments de confort domestique exposés au rez-de-chaussée parmi le ruissellement de fontaines jaillissantes qui vont se perdre en cascades dans la Seine ?

S'agit-il d'appareils de cuisine, tels que réchauds-four, cuisinières ? Les modèles récents se trouvent au premier étage, dans des décors appropriés évoquant d'heureuse manière l'ambiance de nos cuisines régionales.

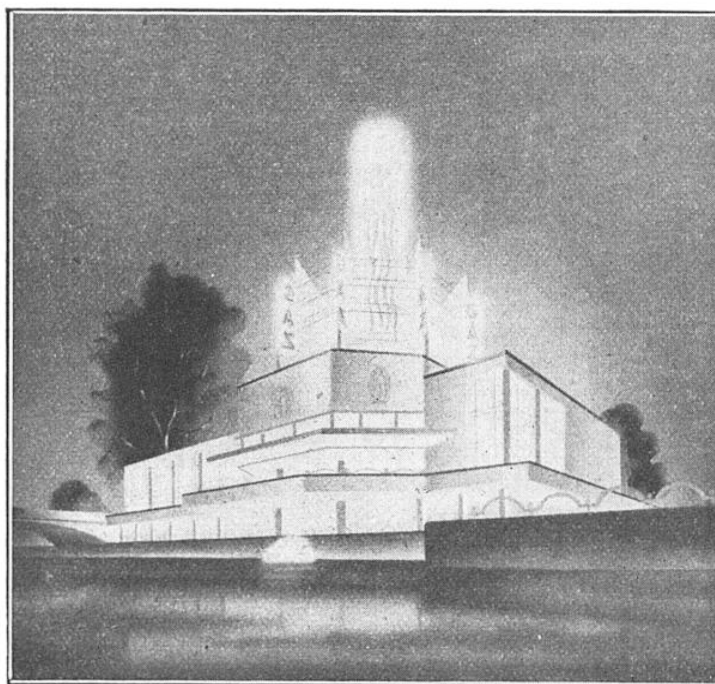
S'agit-il, enfin, du matériel pour l'alimentation et pour l'industrie ? Au deuxième étage a été installé un hall d'exposition autour duquel sont groupés différents stands, montrant, par un choix d'appareils très modernes, les services rendus par le gaz dans les collectivités importantes, hôpitaux, lycées et restaurants, ou

en vue d'emplois spéciaux comme la boulangerie, la pâtisserie, la charcuterie, la cafétéria, etc. Ce hall d'exposition communique directement avec une galerie dite « Galerie des Métiers », où des artisans à l'ouvrage initient les visiteurs à des travaux de mécanique, de biscuiterie, de verrerie d'art, de rôtisserie, de coiffure et de repassage.

qui constituent, eux aussi, des applications du gaz.

En bref, c'est la toujours bonne formule « instruire en amusant » qui a dicté tous les aménagements, notamment la réalisation d'un ensemble de dioramas des plus réussis.

Et, comme il n'est démonstration qui vaille une expérience personnelle, chacun est à même de vérifier au restaurant du pavillon que, grâce au gaz, la technique de la cuisine permet tous les plaisirs de l'art gastronomique.



LE PAVILLON DU GAZ A L'EXPOSITION 1937

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 — Téléph. : Provence 15-21

RÉDACTION, ADMINISTRATION et PUBLICITÉ : 13, rue d'Enghien, PARIS-X^e

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

Copyright by La Science et la Vie. Juillet 1937 • R. C. Seine 116.544

Tome LII

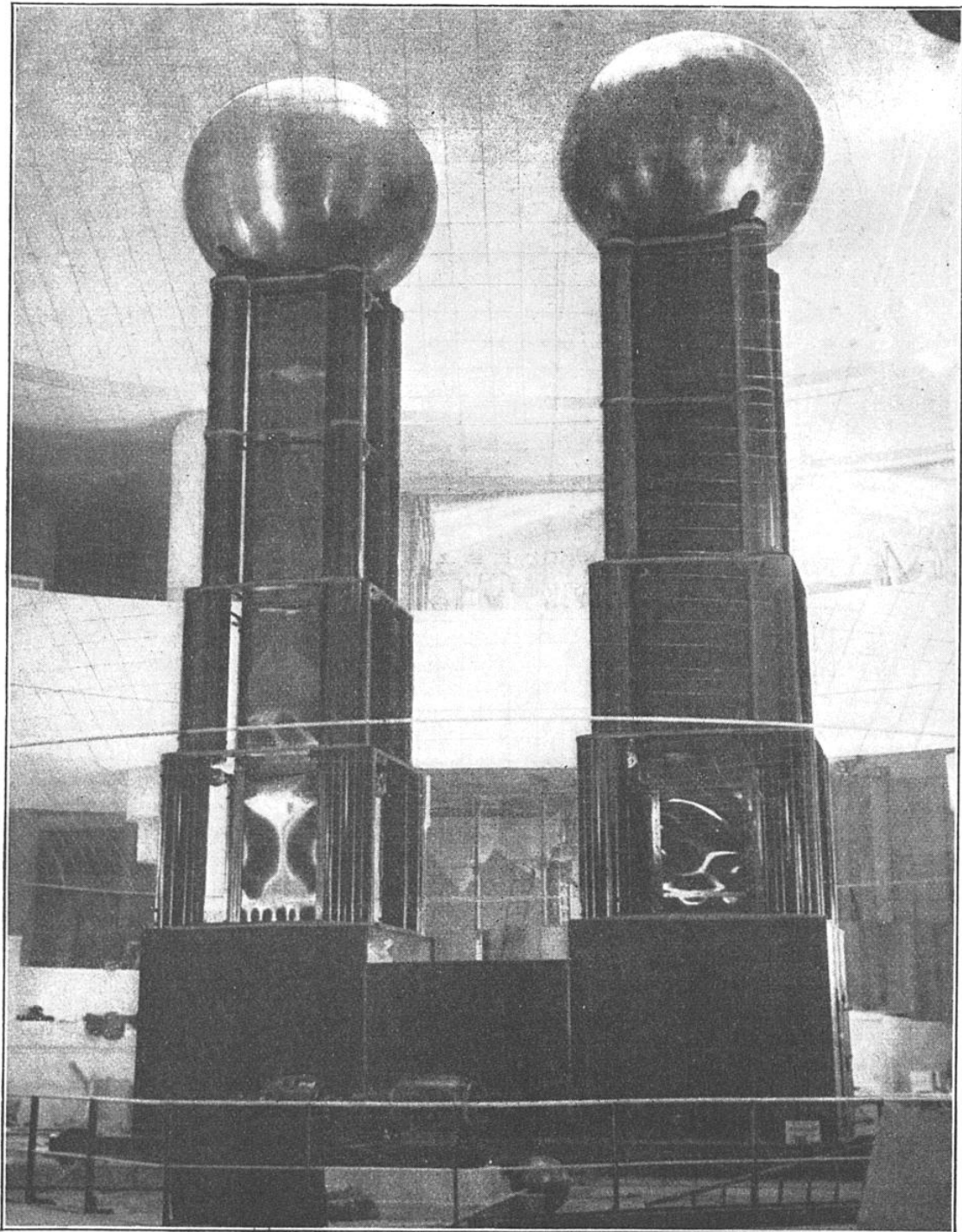
Juillet 1937

Numéro 241

SOMMAIRE

La découverte scientifique, création continue : le banc d'essais de la machine humaine au Palais de la Découverte	Ch. Brachet	3
La biométrie humaine est maintenant une science précise qui, grâce à des appareils ingénieux et rigoureux présentés à l'Exposition de 1937, permet de traduire — par des mesures — les épreuves concernant les mécanismes musculaires, sensoriels, mentaux.		
Le Soleil, comme Saturne, possède-t-il un anneau ?	L. Houlevigue	12
L'observation d'un nombre extraordinairement élevé d'astéroïdes laisse à penser que des grains de poussière impalpable forment autour du soleil un anneau dont la lumière zodiacale est une manifestation visible dans les régions subtropicales.	Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.	
L'aviation commerciale et les voyages stratosphériques	V. Jouglia	19
Dans le vol à haute altitude le turbocompresseur établi pour alimenter le moteur à explosion et même le moteur à combustion (Diesel) démontre son efficacité et sa régularité de fonctionnement. D'autres solutions (turbines à vapeur, tuyères thermopropulsives) sont actuellement expérimentées en vue de réalisations prochaines.		
Une révolution en musique polyphonique	Pierre Keszler	28
Voici dans le domaine de la musique synthétique deux nouvelles orgues (photoélectrique et électromagnétique) qui permettent au musicien de « créer » les sons et les timbres que lui suggère l'inspiration musicale.		
La torpille d'avion aura-t-elle raison du cuirassé ?	Camille Rougeron	34
Actuellement, l'avion bombardier léger apparaît — jusqu'à nouvel ordre — comme le plus redoutable adversaire des bâtiments de ligne même les plus modernes.	Ingénieur en chef du Génie Maritime.	
« Influx nerveux » et radioélectricité	Jean Labadié	41
Des mesures électriques précises viennent de démontrer que les phénomènes d'accord et de résonance constatés dans la transmission des influx nerveux sont en tous points comparables à ceux utilisés dans les circuits des appareils radioélectriques actuels.		
Notre poste d'écoute	S. et V.	49
Chars d'assaut et doctrines de combat en U. R. S. S. et en Allemagne. Le III ^e Reich et l'U. R. S. S. seraient actuellement les plus avancés dans l'établissement des théories relatives à l'emploi de l'arme blindée, mais seule l'expérience du champ de bataille sera concluante.	G. B.	57
Quelques enseignements de la guerre d'Espagne	S. et V.	63
Pourquoi la construction en bois rivalise-t-elle encore avantageusement avec l'acier et le béton ?	Paul Nicolardot	67
De nouvelles techniques d'application du bois mises en œuvre, notamment pour la construction de la porte monumentale de l'Exposition de 1937 tendraient à prouver que les qualités du bois en font encore un matériau vraiment moderne.	Ancien élève de l'Ecole Polytechnique, docteur ès sciences.	
L'automobile et la vie moderne	S. et V.	70
A travers notre courrier	S. et V.	74

A l'Exposition de Paris 1937, voici la mise en application des nouvelles techniques pour la construction en bois. La porte monumentale dite de l'Alma, représentée sur la couverture de ce numéro, avec ses pylônes de 51 m de haut, et les passerelles d'accès à la plate-forme centrale, ont été établies entièrement en bois (sapin et chêne). L'ensemble pèse 3 500 t, la moitié du poids de la Tour Eiffel ! Ainsi le bois peut être encore considéré comme un matériau moderne en dépit des nouveaux venus : le béton, le ciment armé et les aciers spéciaux. (Voir l'article page 67 de ce numéro.)



VOICI LA MACHINE ÉLECTROSTATIQUE A 3 MILLIONS DE VOLTS DU PALAIS DE LA DÉCOUVERTE
Chaque sphère creuse de 3 m de diamètre en laiton poli est chargée à plus de deux millions de volts, l'une positivement, l'autre négativement, par l'accumulation de charges élémentaires. Chaque sphère, de 1 500 kg, est supportée par des pylônes en bakélite de 9 m de haut reposant eux-mêmes sur une chambre de 2 m 60 de haut. On remarque le filet métallique protecteur de 20 m de diamètre formant cage de Faraday.

1937 : ANNÉE DE L'EXPOSITION DES TECHNIQUES, A PARIS

LA DÉCOUVERTE SCIENTIFIQUE : CRÉATION CONTINUE

Le « banc d'essais » de la machine humaine au Palais de la Découverte

Par Charles BRACHET

Dans une Exposition consacrée aux Arts et aux Techniques dans la Vie moderne, le Palais de la Découverte tient un rôle analogue à celui de cerveau dans l'organisme humain. La recherche scientifique n'est-elle pas l'âme de la découverte et c'est l'invention qui a engendré l'Industrie contemporaine. Ainsi s'explique l'intérêt exceptionnel de cette Section de l'Exposition qui, dans le Grand Palais des Champs-Élysées, nous présente les étapes progressives et continues de la pensée créatrice dans le vaste domaine des Sciences pures et appliquées. Aussi bien, dès ses premiers pas, le visiteur a-t-il l'impression de pénétrer dans un immense laboratoire en pleine activité. Et c'est effectivement un tel laboratoire que l'on a organisé à son intention, un laboratoire où la mise en scène garde le premier plan, car une Exposition doit être avant tout spectaculaire, mais un laboratoire tout de même, où se trouvent rassemblées les expériences capitales d'où jaillissent, en ce dernier demi-siècle, tous les progrès, dans tous les ordres. Les Mathématiques, l'Astronomie, la Physique, la Chimie, la Biologie, La Médecine, la Chirurgie se sont partagé les « stands » répartis sur les deux étages du Grand Palais. L'organisation de chacune de ces grandes sections de la Science a été confiée aux maîtres français les plus qualifiés, sous la haute direction de notre éminent collaborateur M. Jean Perrin, membre de l'Institut, Prix Nobel et sous-secrétaire d'Etat à la Recherche scientifique. Avant de nous arrêter au stand de la « biométrie humaine » où s'esquisse, suprême technique, la connaissance exacte de l'homme en vue de la meilleure installation dans la vie physique et sociale, faisons un tour d'horizon dans ce Palais de la Découverte. Dans la Rotonde d'Antin, nous trouvons la grande machine électrostatique, capable de fournir des décharges de 3 millions de volts entre deux sphères creuses de 3 m de diamètre. Cette machine, décrite ici (1), figure bien, non seulement le progrès acquis, mais encore celui de la Physique à venir dont le triomphe sera de réaliser couramment la « chimie des atomes », c'est-à-dire les transmutations des corps élémentaires. Construite sur l'initiative de M. Joliot, Prix Nobel et « découvreur » de la radioactivité artificielle, cette machine électrostatique fonctionne sous les yeux des visiteurs que protège une cage de Faraday de 20 m de diamètre. Dans les salles voisines se trouvent d'étonnants et savants démonstrateurs, qui répètent la série des expériences d'où sortirent entre autres les découvertes d'Ampère et de Faraday. Aucune science n'a été négligée, d'abord les plus abstraites de toutes, la Mathématique et l'Astronomie. Puis la Chimie, la moins spectaculaire des sciences, mais la plus puissante de par ses applications dans tous les ordres : synthèse organique, géochimie, métallographie, photochimie, constitutions moléculaires, énigme toujours « pendante » de la catalyse, sont expliquées même aux profanes au moyen d'expériences démonstratives exécutées par des chimistes spécialisés. C'est à la section de Biologie générale qu'aboutit logiquement une visite méthodique au Palais de la Découverte. Et ici plus encore que dans les sciences de la matière, c'est un monde quasi nouveau dont l'exploration s'accélère depuis vingt-cinq ans à un rythme qui ne semble pas devoir nous laisser, de longtemps, quelque répit. Les cycles du carbone et de l'azote, l'énergétique des êtres vivants y font l'objet d'exposés synthétiques et de démonstrations connexes. Puis, ce sont les lois de la génétique végétale et animale depuis la découverte, par Mendel, des lois qui immortalisent son nom ; aucun progrès n'a sans doute marqué davantage la Biologie générale que les travaux de Thomas Hunt Morgan sur le rôle des « chromosomes » (2),

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 238, page 279. — (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 221, page 358.

dans l'hérédité des caractères; la chirurgie de l'œuf comme la pratiquent Bataillon pour obtenir la fécondation artificielle, ou Speeman pour démontrer la nature organisatrice de certaine de ses parties; les cultures de tissus et d'organes suivant la méthode de Carrel (1); la chirurgie des fleurs grâce à laquelle Blaringhem a obtenu la mutation de certaines espèces; la transformation artificielle des sexes chez les volatiles; la germination des embryons; la création artificielle des monstres, voilà toute une chaîne de découvertes biologiques parmi les plus récentes et les plus intéressantes. L'application du cinématographe à la physiologie, l'analyse des mouvements rapides au moyen des étincelles électriques (2), l'étude stroboscopique du vol des oiseaux et des insectes (3), voilà ce que les disciples et continuateurs de Marey ont su présenter d'une façon attrayante. Et voici encore l'utilisation des courants électriques physiologiques: l'électrocardiographie (4), l'«encéphalographie», méthode quasi miraculeuse, consistant à enregistrer par un diagramme extrait d'un galvanomètre l'effort «cérébral» qui résulte du «travail intellectuel», de la «pensée». Ces remarquables travaux constituent en quelque sorte le sommet «actuel» de l'étude scientifique de la machine humaine, de cette «biométrie» qui fait l'objet de l'étude ci-dessous.

AU «Palais de la Découverte», ce que le visiteur de l'Exposition n'est pas le moins étonné de découvrir, c'est lui-même.

Il est un stand au fronton duquel son savant créateur, le docteur Henri Laugier, aurait pu faire graver la maxime socratique: «Connais-toi toi-même», car le visiteur trouve là, ingénieusement réunis, les principaux appareils capables de satisfaire aux demandes essentielles et précises concernant sa personne physique, psychologique, ethnique. Ces questions, le visiteur les pose lui-même en maniant des appareils, car les réponses ne sont autres que des mesures. C'est le stand de la «biométrie humaine». Il constitue comme le «banc d'essais» où chacun peut venir éprouver ses mécanismes musculaires, sensoriels, mentaux; il est, en ce sens, comme le vestibule de toute cette section du Palais, qui concerne la biologie et la médecine, puisque aussi bien le stand de la «biométrie humaine» pourrait s'intituler «cabinet de consultation pour bien portants».

La « machine humaine » et ses mesures objectives

En réalité, avant d'aborder au stand de la biométrie, il conviendrait, c'est évident, de recueillir dans les autres divisions de la section de biologie quelques informations essentielles touchant l'homme en tant qu'être vivant. Mais ceci nous entraînerait extrêmement loin. Arrêtons-nous seulement un instant devant l'«homme de verre» qui se dresse, non loin de là, sur son piédestal, en grandeur naturelle. C'est une représentation transparente du corps humain — donc la plus troublante des énigmes,

Quelles sont les «constantes» de cette

machine? A quoi, par quels nombres, reconnaît-on si elle fonctionne normalement, si ses organes sont en bon état?

Aujourd'hui, la composition chimique des différents organes et des humeurs qu'ils sécrètent se trouve analysée de plus en plus profondément et nous avons montré ici même à quel point les sécrétions glandulaires, par exemple, influencent et conditionnaient tout le fonctionnement de la machine humaine — au point que la vieille classification des types humains, d'après les «humeurs», prend aujourd'hui une signification d'une précision inattendue et quasi littérale, avec la notion d'hormones (1).

Plus directement mesurables sont les constantes physiologiques classiques d'un individu, telles que la «pression artérielle» ou encore le «métabolisme» (échange des énergies physico-chimiques à l'intérieur du corps, depuis la digestion jusqu'à la respiration). Depuis longtemps, le cabinet du médecin se trouve envahi par les instruments de mesures physiques: nous avons vu ici très en détail, comment et pourquoi un spécialiste du cœur ne saurait se passer aujourd'hui de l'électrocardiographie (2).

Après la connaissance de l'homme en tant qu'être vivant, la «biométrie humaine» doit tenir compte de son «type» ethnique, c'est-à-dire du groupement ethnique auquel tout individu peut être rattaché. Les groupes ethniques peuvent se caractériser par des mesures.

Le stand de la biométrie humaine offre à ses visiteurs un squelette schématique, de grandeur naturelle, sur lequel sont marqués tous ces repères classiques avec la signification des mesures auxquelles ils donnent lieu.

Ces mesures concernant l'architecture

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 224, page 98.

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

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 197, page 401.

(4) Voir *La Science et la Vie*, n° 237, page 167.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 214, page 301.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 237, page 167.

anatomique de l'homme sont d'une grande importance, encore que la différenciation des groupes ethniques suscite un intérêt beaucoup plus grand dans le domaine purement biologique. C'est ainsi que les propriétés agglutinantes du sérum sanguin ont permis de grouper les hommes en quatre groupes sanguins principaux. Si elle peut jamais être poussée aussi loin que l'estiment certains spécialistes, une classification ethnique rigoureuse des hommes trouvera certainement, dans les propriétés physico-chimiques du sang et des humeurs, les plus sûrs matériaux de base.

Et voici maintenant le troisième degré de l'étude objective et métrique de l'homme et qui englobe les deux autres : c'est sa connaissance en tant qu'individu — connaissance dont les applications pratiques et les conséquences sociales sont du plus haut et du plus immédiat intérêt. « En tant qu'individu, écrit le docteur Laugier, l'homme a déjà fait l'objet d'un nombre important de travaux et, malgré la variété et la complexité des problèmes soulevés, il est possible actuellement de caractériser les individus, de les différencier quant à leurs aptitudes physiques et mentales, et d'élaborer ainsi une classification humaine. Fondée sur une connaissance aussi pénétrante que possible de l'individu, cette classification constitue un carrefour scientifique vers lequel convergent un nombre considérable de problèmes que la vie pratique pose à la biologie. »

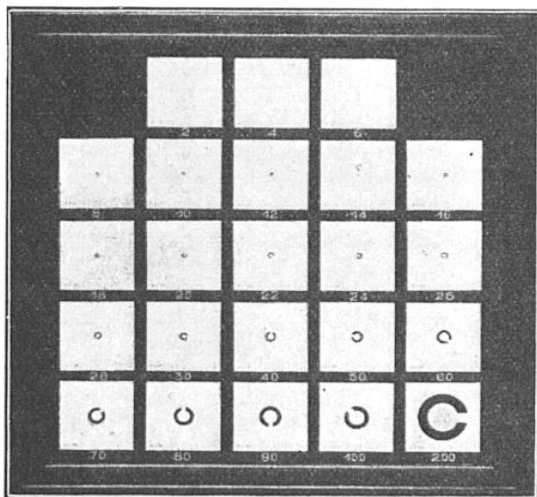


FIG. 1. — LES ANNEAUX DE LANDOLT

La vision de ces anneaux à coupures, diversement orientés et de grosseurs différentes (anneaux de Landolt), est destinée à mesurer suivant la netteté de la vision de la coupure, l'acuité visuelle.

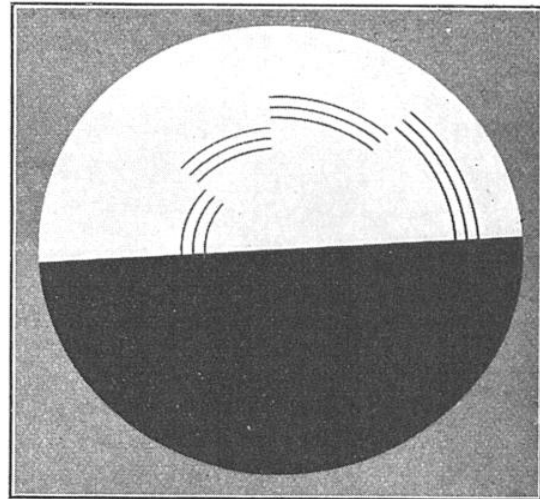


FIG. 2. — LE TOTON DE BENHAM

Ce dispositif est destiné à montrer toute la relativité de la sensation de couleurs. On voit ici le disque au repos, strié par des segments et cercles concentriques de toutes longueurs et différemment éloignés du centre. Quand le disque tourne dans le sens des aiguilles d'une montre, la rétine reçoit l'impression blanche, à la fin du parcours du secteur périphérique tandis qu'elle est déjà touchée par le blanc au niveau des autres secteurs. Dans ces conditions, en vertu de la loi de Feshner (Benham), la rétine révèle un retard dans la perception colorée spectrale, l'œil voit en rouge le blanc qui fait suite au premier secteur, mais, au niveau du second, la rétine déjà alertée par le blanc, mais non suffisamment adaptée, perçoit en mauve la zone du disque correspondant à ce niveau. Aux autres niveaux, les secteurs blancs qui précèdent les secteurs noirs étant encore plus larges, la rétine perçoit en vert et, finalement, en bleu les zones centrales du disque. Et, cependant, l'ensemble du disque n'est coloré qu'en blanc et en noir.

Ainsi, présentée, la Biométrie humaine intéresse certes, d'une manière urgente, la psychotechnique des ateliers et l'orientation professionnelle, mais elle apparaît aussi dans toute sa valeur de science générale, dominant ses applications particulières.

Et c'est pourquoi, même s'il est déjà fixé dans sa profession, même et surtout s'il croit n'avoir plus rien à changer à ses habitudes sociales, n'importe quel visiteur de l'Exposition a intérêt à venir vérifier les facteurs métriques concernant sa modeste personne.

Les plus objectives des mesures sont :
« géométriques », « mécaniques »,
« physiques »

« S'il est une notion bien établie par la biologie récente, c'est celle de l'interdépen-

dance étroite et complexe de toutes les fonctions de l'organisme. » En sorte que le comportement de l'individu dans toutes les circonstances de sa vie est, à chaque instant, fonction d'un nombre considérable des facteurs que nous venons d'indiquer.

Bien que chacun de ces facteurs intervienne avec des « poids » différents dans la synthèse individuelle totale, aucun d'eux ne saurait être négligé.

Dans un stand d'Exposition, cependant, il faut choisir.

Le visiteur ne se présente ni pour suivre un cours difficile, ni pour se soumettre à des méthodes de laboratoire rigoureuses. Le visiteur est, certes, fort curieux de connaître les « indices numériques » qui lui permettront d'évaluer ses facultés diverses, d'intelligence, de mémoire, d'acuité sensorielle, de force physique, mais il demande que les appareils offerts à son ingéniosité, pour obtenir lui-même ces indices, fonctionnent sans apprentissage, avec la plus grande simplicité.

Les appareils présentés ont été spécialement conçus pour que les visiteurs puissent effectuer sur eux-mêmes la plupart des « séries » de détermination d'indices.

Voici, brièvement commentées, les diverses méthodes « exposées ».

Commençons par la plus sommaire des mesures : l'« anthropométrie ». Un peu de doigté suffit pour reconnaître sur soi-même, sous la peau, les saillies osseuses indiquées comme repères.

Les « fonctions musculaires » qui prennent leurs points d'appui sur cette charpente mobile, toute en leviers, qu'est le squelette, se mesurent à leur tour, suivant les différents « segments » intéressés : il y a des « dynamomètres » pour mesurer la force des muscles de la main et d'autres pour les muscles des jambes, du dos, de la colonne vertébrale.

Les « fonctions physiologiques », examinées au stand de la biométrie humaine, se bornent à deux seulement. La tension arté-

rielle — mesurée par le maximum et le minimum classiques, qui délimitent l'oscillation cardiaque de la pression artérielle — est fournie *directement* et *graphiquement* par l'appareil offert aux visiteurs. Le second facteur physiologique mesuré n'est autre que la *capacité respiratoire* : on dénomme ainsi, comme chacun sait, la quantité maximum d'air qu'on peut *expirer* après avoir fait, au préalable, une inspiration profonde. L'appareil qui pourvoit à cette mesure est le « spiromètre » : après avoir gonflé ses poumons au maximum, le sujet souffle dans un tuyau. Une aiguille indique, sur un cadran, la quantité d'air qu'on a pu faire sortir ainsi de ses poumons.

Pour d'autres fonctions physiologiques que déterminent avec non moins de précision les méthodes de « chimie biologique », d'« encéphalographie », d'« électrocardiographie » (déjà mentionnée) de « phonocardiographie », le visiteur est prié de s'adresser à

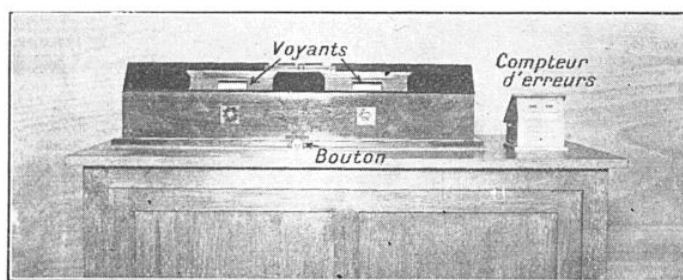


FIG. 3. — TEST DE MÉMOIRE VISUELLE

A travers deux voyants se déroulent des bandes de mots écrits ; sur l'une de ces bandes passent 30 mots qu'il s'agit de retenir. La seconde bande comporte ces 30 mots mêlés à 60 autres différents. Le test consiste à noter les passages simultanés d'un même mot de la liste initiale.

d'autres stands, très voisins, de la section de Médecine. Le « phonocardiographe », par exemple, n'est autre qu'un *amplificateur de sons* qui porte à l'échelle audible, pour les oreilles les moins sensibles, les plus fugitifs des bruits que fournit le stéthoscope, instrument classique de l'auscultation des poumons inventé par Laënnec.

Voici les mesures sensorielles, dont les plus certaines concernent les fonctions visuelles

Voici maintenant les constantes qu'on pourrait dire du second degré, celles qui font intervenir les « sensations » du sujet. Les plus certaines d'entre elles, celles qui demeurent les plus aisées à déterminer, avec la plus grande précision, concernent les « fonctions visuelles ».

Le premier des facteurs intéressant la fonction visuelle est l'« acuité », c'est-à-dire la finesse avec laquelle l'œil distingue le détail des objets. L'acuité visuelle se mesure au moyen de tableaux comportant une

gamme de figures, de différentes grandeurs : ce sont les échelles optométriques que l'on rencontre dans tous les cabinets d'ophtalmologie. Dans un article publié ici (1), nous avons abordé ce sujet. Nous avons montré comment on se sert d'une série d'anneaux comportant une lacune et différemment orientés (anneaux de Landolt) : présentés à 5 m de distance, le sujet doit indiquer la position de la lacune pour les divers anneaux,

manière stable comme celle d'un objectif : le cristallin est un objectif de forme variable, par l'« accommodation ». Il faut donc envisager une *réfraction statique* et une *réfraction dynamique* de l'œil : la première se rapportant à l'œil *fixe*, la seconde à l'*accommodation de l'œil*. Comment offrir la mesure immédiate de ces données au visiteur profane ?

Pour la réfraction statique, l'« ériciscope » de Pech résout le problème élégamment.

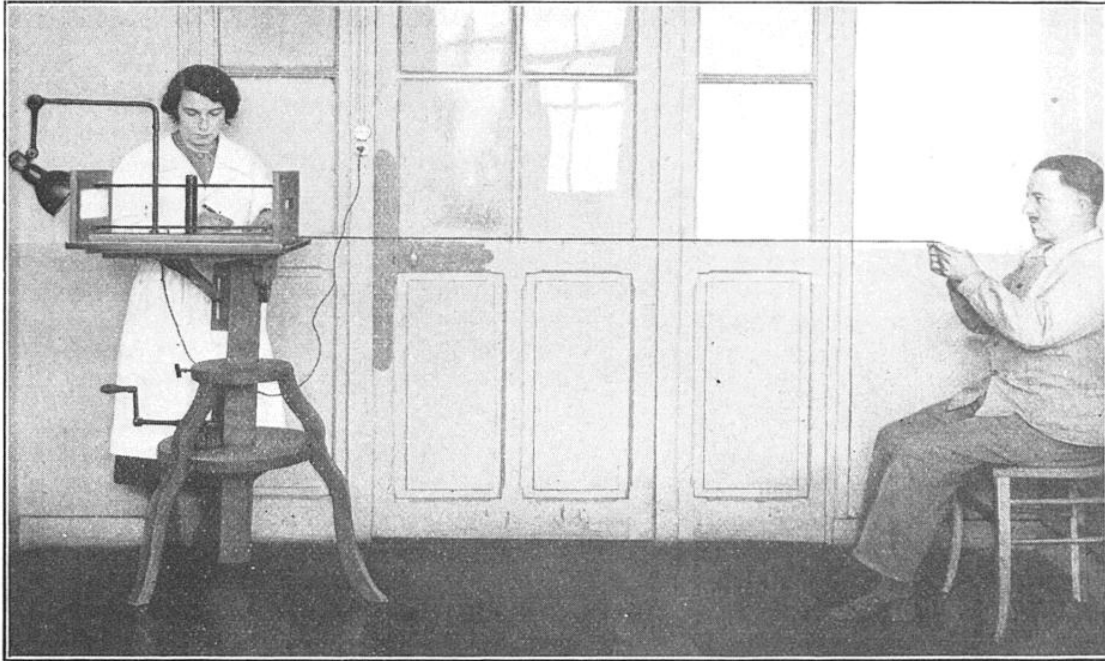


FIG. 4. — LE « DIPLOSCOPE », APPAREIL DE MESURE DE L'ADAPTATION BINOCULAIRE

Un chariot porteur de 2 fils verticaux est manœuvré à distance par le sujet, jusqu'à ce que les 2 fils mobiles lui apparaissent au même niveau que 2 autres fils fixes. La réussite plus ou moins parfaite de l'opération indique le degré d'adaptation des yeux à la perception du relief.

en commençant par les plus grands. On note la plus petite figure dont il peut distinguer l'orientation de la lacune. L'angle, en *millièmes de grade*, sous lequel la lacune est vue, donne la *valeur mathématique de l'acuité visuelle*.

Mais ceci n'est encore que l'« acuité brute ». Au cas où le sujet posséderait une *anomalie de la réfraction oculaire*, telle que la myopie, l'hypermétropie, l'astigmatisme, il faudrait mesurer à nouveau cette acuité après correction de l'anomalie. Et l'on obtient ainsi l'« acuité corrigée », caractérisant définitivement la fonction individuelle.

Et les choses se compliquent du fait que la réfraction de l'œil n'est pas donnée d'une

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 223, page 45.

On sait que les couleurs se réfractent dans un même milieu avec des indices différents : si donc l'on présente à la même distance (1 m 40) d'un œil *normal*, deux sources lumineuses, colorées l'une en *rouge* (réfringence minimum) et l'autre en *bleu* (réfringence maximum), l'image de la première source se fera en arrière de la rétine, l'image de la seconde en avant. Les deux images seront *également floues*. Mais un œil « myope » verra la source rouge *très nette*, et la source bleue *très floue*, puisque de par son anomalie, cet œil forme les images en avant de la rétine. Si c'est la source bleue qui apparaît nette et la rouge qui apparaît très floue, l'œil est *hypermétrope* ; il forme les images en arrière de la rétine. Dans l'« ériciscope »,

les plages lumineuses rouge et bleue servent de fond, sur lequel se détachent des barres parallèles. C'est la netteté de ces barres qui guide le diagnostic.

En orientant les barres de diverses façons, on vérifie si la réfraction est la même dans les différents plans méridiens du globe oculaire. Si elle varie, les barres, nettes, par exemple en position verticale, apparaissent floues en position horizontale. L'œil est affecté d'astigmatisme.

La réfraction dynamique dépend, elle, de la mise au point du cristallin par la traction du muscle qui le tend ou le détend (muscle ciliaire). La faculté d'accommodation très grande chez les enfants, diminue avec l'âge, à tel point que la « marge d'accommodation » réalisable par l'œil nu sur deux distances limites (minimum et maximum) a pu être proposée comme un élément de la mesure de l'âge physique des individus.

Les mesures précédentes résument l'optique géométrique de l'œil. Voici maintenant le contrôle de son optique physique : la vision des couleurs avec son anomalie bien connue du « daltonisme », très fréquente, puisqu'elle intéresse 7 % des hommes.

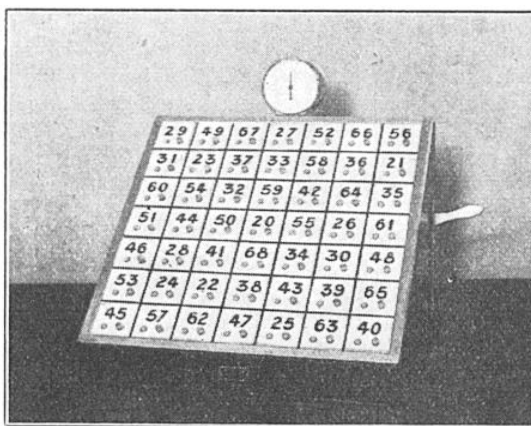


FIG. 5. — TEST D'ATTENTION : IL S'AGIT ICI DE RÉTABLIR RAPIDEMENT L'ORDRE DANS UNE NUMÉRATION DÉSORDONNÉE

Sur un tableau de 49 cases sont écrits autant de nombres de deux chiffres disposés en un désordre soigneusement étudié. A côté de chaque nombre se trouve un bouton et une lampe. Le sujet a pour « devoir » de presser les boutons dans l'ordre arithmétique réel. Chaque erreur est signalée par la lampe rouge et totalisée par un compteur.

cartons diversement colorés : les daltoniens ne peuvent y parvenir.

Enfin, un appareil, l'« anomaloscope » de Nagel, permet de doser le daltonisme : c'est une lunette à deux plages distinctes. L'une des plages reçoit un flux de lumière spectrale jaune dont on peut faire varier l'intensité au moyen d'une vis micrométrique ; l'autre plage reçoit un mélange de lumières spectrales rouge et verte : une vis micrométrique permet de faire varier la proportion de ce mélange. Un certain « mélange » de vert et de rouge apparaît au sujet normal du

(Les femmes y échappent à peu près généralement.)

Il existe une grande variété d'anomalies de la vision colorée dont la classification s'avère délicate. On les met en évidence en présentant à l'œil des tableaux spéciaux « pseudo-isochromatiques », constitués par de petits éléments diversement colorés et dont l'ensemble représente des figures ou des chiffres. Certains de ces tableaux sont bien vus par les daltoniens, mal vus par les sujets normaux. C'est la méthode d'Ishihara, Blum et Schaaff.

Un autre test (Polack) consiste à classer correctement des colorés : les daltoniens ne peuvent y parvenir.

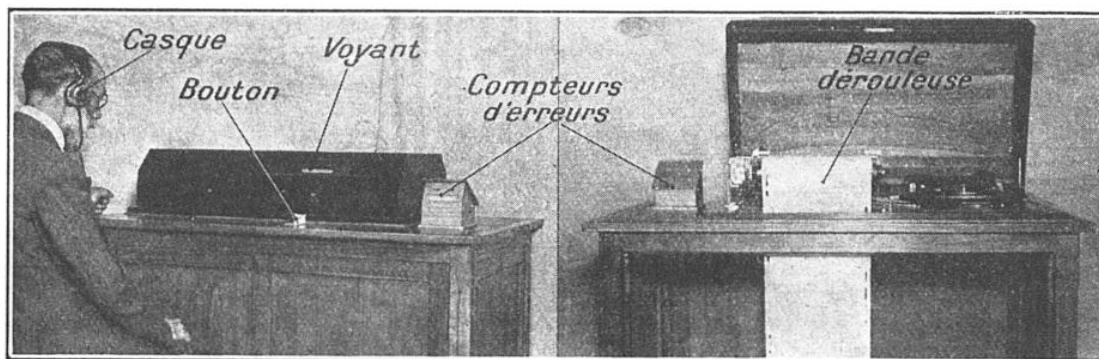


FIG. 6. — TEST DE MÉMOIRE AUDITIVE ET VISUELLE CONJUGUÉES

Devant l'appareil fermé, le sujet écoute au casque le disque et regarde défiler la bande imprimée dans le voyant. A sa droite, le compteur d'erreurs. Le disque phonographique récite les 30 mots à retenir. Ceux-ci repassent ensuite, imprimés, sur bande de papier et mêlés à 60 mots nouveaux.

même *jaune* que le jaune spectral de la première plage ; tandis que certains daltoniens « égalisent » le jaune avec du rouge pur ou avec du vert pur. D'autres « égalisent » le jaune pour un mélange « vert-rouge », mais autrement « dosé » que le mélange d'égalisation satisfaisant l'œil normal.

Ces mesures méticuleuses sont d'une importance capitale pour qui pilote un véhicule sur une voie signalisée.

Si l'on ajoute à ces mesures celle de la

trépidante, tiennent si souvent en suspens sa propre vie — et celle d'autrui.

Les fonctions auditives et les seuils d'audition

Le sens de l'ouïe s'éloigne sensiblement des précisions métriques qu'autorise la vision. La mesure de la sensibilité auditive s'effectue, sans beaucoup de nuances, par la détermination des « seuils d'audition », inférieur et supérieur, au moyen d'audio-

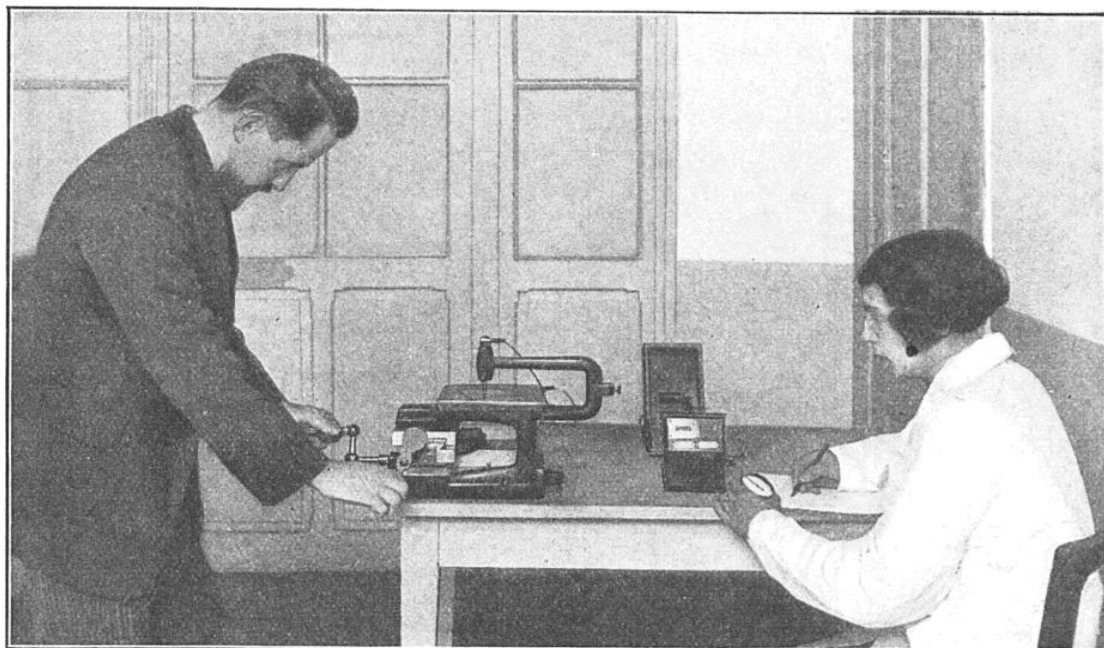


FIG. 7. — MESURE DE L'HABILETÉ MANUELLE

Le sujet dispose de deux manivelles à vis, une pour chaque main, qui commandent la translation en tous sens d'un stylet électrisé au-dessus d'un plan métallique. Un circuit isolé électriquement est tracé sur le plan ; il s'agit de faire parcourir exactement ce circuit par la pointe d'un stylet. Chaque fois que le stylet sort de la ligne, une sonnerie marque la faute.

« coordination » binoculaire, c'est-à-dire de la précision avec laquelle les deux yeux convergent pour apprécier le relief, mesure que permet d'obtenir le « diploscope » de Beyne ; si l'on y ajoute encore le contrôle de l'« appréciation des distances relatives » et de l'« appréciation des vitesses » ; l'épreuve du « coup d'œil » caractérisant la faculté d'évaluer les grandeurs et, finalement, la « résistance de l'œil à l'éblouissement » (résistance qui se mesure par le temps nécessaire pour *recupérer* la vision normale après éblouissement), on voit que le visiteur du stand de biométrie n'a pas d'excuse s'il le quitte sans avoir décelé quelques-unes de ces anomalies de la vision qui, dans notre vie

mètres. Le sujet est invité à réagir *dès qu'il entend* un son et, tout de même, *dès qu'il ne l'entend plus*.

S'il veut contrôler sa sensibilité « différentielle », le sujet utilise un ingénieux appareil dans lequel jouent des disques phonographiques savamment préparés, suivant la méthode de Seashire. Chaque disque fournit l'audition de *cent couples* de sons. Dans chaque couple, un son diffère plus ou moins de l'autre, soit par la *hauteur*, soit par l'*intensité*. (Il y a des disques affectés aux différences de hauteur et d'autres aux différences d'intensité.) Le sujet, casqué d'écouteurs, doit indiquer lequel des deux sons accouplés lui paraît être le plus élevé ou

le plus intense ; il donne sa réponse en appuyant sur une série de boutons disposés à raison de deux boutons par couple de sons. Les bonnes et les mauvaises réponses sont totalisées séparément par deux compteurs. La différence numérique fournie en fin d'opération par les deux compteurs, constitue la mesure de la sensibilité auditive — sensibilité quantitative (des intensités) et musicale (des hauteurs ou intervalles). Ce test intéresse donc à la fois l'homme de la rue, dont l'oreille est le récepteur des avertissements de tous ordres, et le musicien : nul ne peut prétendre gratuitement avoir plus d'« oreille » que son voisin. L'audiomètre tranche toute contestation.

Des fonctions psychomotrices et mnémoniques à la psychotechnique

L'analyse des fonctions physiologiques et sensorielles étant ainsi poussée à ses dernières limites, il reste à étudier leur relation avec les facultés mentales du sujet.

Un premier test, classique, consiste à étudier la rapidité de réponse des sujets par la méthode des « temps de réaction ».

Le sujet doit répondre aussi rapidement que possible en appuyant sur un contacteur aussitôt qu'il perçoit un signal convenu. Le temps qui s'écoule entre l'émission du signal et la réponse du sujet est appelé « temps de réaction ».

Le signal peut être lumineux ou bien sonore.

On peut utiliser *un seul* signal (ce qui fournit le « temps de réaction » simple) ou *plusieurs* signaux. Dans ce dernier cas, le sujet doit répondre à chaque signal par un geste différent et c'est alors un « temps de réaction de choix » qui apparaît.

On trouve, entre autres, un phonographe qui « récite » 30 mots. Quand on a fini d'écouter, l'appareil vous présente, sur une bande qui se déroule, 90 mots *imprimés* : le

test consiste à reconnaître parmi ces 90 mots différents, les 30 qui ont été récités par le disque : à chaque « reconnaissance », le sujet presse un bouton. Ici la réaction auditive et visuelle se complique d'un test de mémoire.

Les mots récités par un disque peuvent faire place à des figures géométriques, à des nombres écrits défilant sur bande et qu'il s'agit ensuite de reconnaître lorsqu'ils repassent une seconde fois, sur une nouvelle bande, mélangés à d'autres figures, à d'autres nombres, à d'autres mots.

Et voici franchi, par ces dernières expé-

riences, le seuil de la « psychotechnique », science pratique à laquelle nous avons initié nos lecteurs (1) et sur laquelle nous ne reviendrons pas. On trouve au stand de la biométrie humaine quelques-uns des appareils les plus curieux destinés à mesurer l'*habileté manuelle* et l'*habileté technique*, suivant les tests habi-

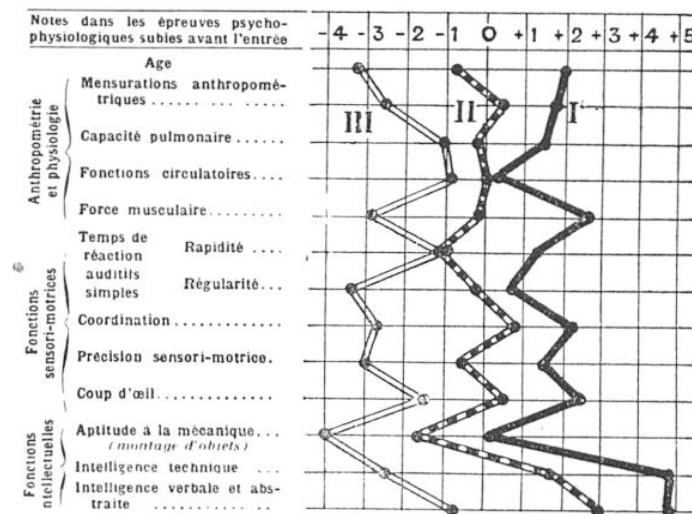


FIG. 8. — EXEMPLE DE PROFILS BIOTYPOLOGIQUES POUR LA SÉLECTION DES APPRENTIS

tuellement mis en œuvre dans cette application de la « biométrie » aux arts et métiers.

On y voit, entre autres, le montage de l'épreuve du « labyrinthe » que le sujet doit suivre avec un pointeau sans s'en écarter : tout écart est enregistré par un contacteur électrique. La durée de l'accomplissement de la tâche, les erreurs commises, leur durée et leur nombre permettent d'apprécier objectivement l'habileté du sujet.

On connaît la suite et les conséquences immenses que la biométrie humaine, prise de ce biais de l'application pratique, a eues sur le rendement du travail humain et sur son organisation rationnelle.

L'aspect social de la « biométrie humaine »

Terminons en observant que les diverses indications numériques obtenues par un

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

sujet dans chacune des épreuves décrites, ne peuvent acquérir de signification que par leur comparaison avec les mêmes indications fournies par d'autres individus. Cette comparaison permet de déterminer la place occupée par le sujet dans la population à laquelle il appartient.

La « biométrie humaine » est donc une science essentiellement comparative.

Et ceci exige que, pour chaque épreuve, soit établi un « étalonnage » capable de servir de base à une classification des individus.

Cet étalonnage s'obtient en soumettant à l'épreuve quelques centaines de sujets pris dans la population étudiée. Si l'échantillonnage adopté est bien homogène, c'est-à-dire si le groupe des cent sujets éprouvés a été sélectionné d'après l'âge, le sexe, l'origine ethnique, etc., et s'il représente bien la population globale, on obtient une courbe statistique bien connue sous le nom d'*ogive de Galton*. C'est elle qui constitue l'étalon : en effet, tout sujet nouvellement étudié par la suite, peut être situé à un niveau donné de la courbe de Galton afférente à l'épreuve choisie.

Si l'on note sur un tableau les positions successives occupées par un sujet donné sur l'*ogive de Galton* dans l'ensemble des épreuves, on obtient un graphique qui caractérise définitivement le sujet : ce graphique n'est autre que son profil biométrique ou, encore, « biotypologique ».

Les profils biotypologiques des différents individus définissent en définitive leur « type » humain : un simple coup d'œil

permet de juger les caractéristiques de chaque sujet considéré.

Là s'arrête, pour l'instant, l'analyse scientifique de la « biométrie humaine ». Progressera-t-elle encore ? Ira-t-elle plus avant dans la connaissance métrique de l'homme,

et, pour tout dire, pénétrera-t-elle jusque dans son domaine mental ?

Le doute demeure permis. On peut imaginer qu'au fur et à mesure des progrès de l'investigation scientifique, l'individualité se défend par des fantaisies imprévues, véritables défis à l'analyse métrique. Voulez-vous un exemple ? Avant de quitter cette section de l'Exposition, passez au stand de psychologie expérimentale qu'a installé M. Piéron, professeur à la Sorbonne. Vous y verrez un bien curieux dispositif expérimental que vous pourrez essayer sur vous-même. Deux filins (un pour chaque main) embrayés sur des poulies vous permettent de soulever deux poids de volumes différents. Par un jeu d'éclairage, qui masque tantôt l'un et tantôt l'autre des deux poids, on vous cache alternativement un des deux poids et l'on vous demande quel est le plus lourd des deux poids. Invariablement vous ré-

pondez : « C'est celui-ci, le moins volumineux. » Cependant, ils sont identiques. En sation musculaire. Ne dirait-on pas qu'en l'occurrence, l'esprit se joue de la matière ?

CHARLES BRACHET.

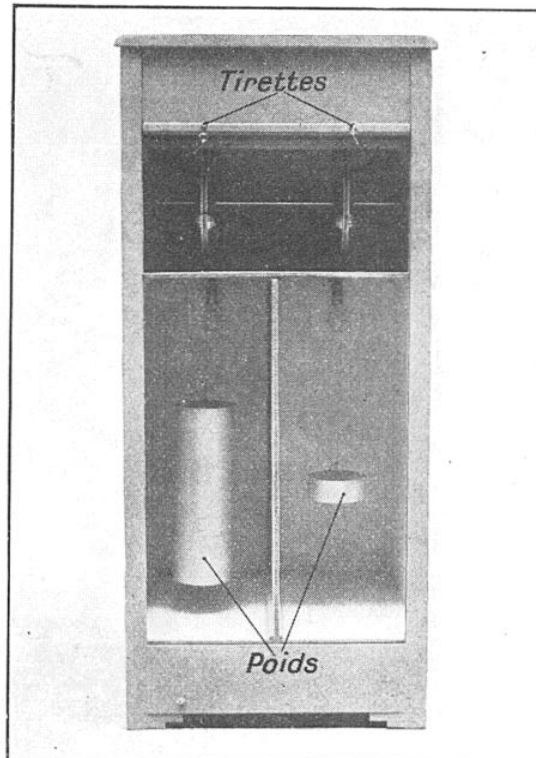


FIG. 9. — DÉMONSTRATION DE LA RELATIVITÉ DE LA SENSATION DE POIDS

Cet appareil, imaginé par M. Piéron, professeur à la Sorbonne, contient deux poids strictement égaux, mais de volumes différents. En tirant sur un filin, qui paraît soulever tantôt l'un et tantôt l'autre exclusivement, l'opérateur juge toujours que le poids du plus petit volume est plus lourd que l'autre. Cependant, il n'en est rien puisque la machine est combinée pour soulever ensemble les deux poids en masquant simplement l'un des deux, ce qui prouve bien que l'intensité de l'effort — la même dans l'un et l'autre cas — est jugée cependant différente par le sujet.

N. D. L. R. — Les appareils fig. 1, 2, 9, sont construits par M. Meifred Devals et ceux fig. 3, 5, 6, par M. Guyot.

LE SOLEIL, COMME SATURNE, POSSÈDE-T-IL UN « ANNEAU » ?

Par L. HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

La première petite planète, Cérès, de dimensions très réduites, puisque son diamètre ne dépasse pas 800 km, fut découverte en 1801, par l'Italien Piazzi. Depuis lors, l'exploration systématique du ciel, surtout depuis 1900, grâce aux progrès de la photographie en astronomie, a révélé l'existence d'une multitude de « cailloux » célestes, dont les dimensions vont de quelques centaines de kilomètres à quelques centaines de mètres de diamètre et qui gravitent en général entre Mars et Jupiter, suivant des orbites à peu près circulaires. Les méthodes d'observation, progressivement perfectionnées dans les observatoires spécialement outillés pour cette recherche (en particulier dans l'Observatoire royal d'Uccle, près de Bruxelles), amènent chaque jour la découverte d'astéroïdes nouveaux, dont la visibilité — et par suite les dimensions — sont de plus en plus faibles. Tout laisse à penser qu'il doit exister en nombre de plus en plus grand, par millions et ensuite par milliards, des pierres de plus en plus petites, jusqu'à des grains de poussière impalpable, dont l'ensemble dessine autour du Soleil un véritable anneau situé dans le plan général de l'écliptique. Ainsi se trouverait prolongé entre les orbites de Mars et Jupiter l'anneau matériel diffus qui couronne le Soleil entre les orbites de Mercure et de la Terre et qui donne naissance à la « lumière zodiacale » que l'on peut observer surtout dans les régions subtropicales du globe terrestre. L'anneau solaire présente des caractéristiques analogues — toutes proportions gardées — à celui de Saturne : masse extrêmement faible (à peine le millième de celle de la Terre au total), existence de coupures, dites « lacunes », d'où les astéroïdes sont absents par suite, sans doute, d'un effet de « résonance » avec le mouvement de la grosse planète Jupiter. L'un des plus récemment découverts parmi ces planéticules, Adonis, dont les dimensions sont voisines d'un demi-kilomètre, présente cette particularité originale de suivre une trajectoire fort allongée et peu inclinée sur l'orbite terrestre, de sorte qu'à son prochain passage à notre voisinage — prévu pour 1955 — la Terre pourra, si les circonstances s'y prêtent, acquérir un nouveau satellite, à moins que ce bloc énorme, de plusieurs milliards de tonnes, ne vienne choir sur sa surface...

Ce que nous voyons de l'anneau solaire : la lumière zodiacale

LA grande merveille du Ciel, c'est l'anneau de Saturne ; merveille pour les profanes, qui se contentent d'admirer sans chercher à comprendre, et aussi pour les astronomes qui, depuis Galilée, Huygens et Cassini, cherchent à deviner sa véritable nature. J'ai besoin de rappeler ici brièvement que l'accord s'est fait entre eux pour admettre que cet anneau était, en réalité, l'ensemble des trajectoires d'innombrables corps célestes, se mouvant dans le vide suivant des orbites presque circulaires, et dont les dimensions vont de quelques centimètres à celles de grains de poussière ; ainsi, il est probable que le diadème dont se couronne Saturne se résout, vu de près, à une vague nébulosité située dans le plan équatorial de la planète.

Ce prodige céleste n'est pas unique, comme on l'a cru bien longtemps ; il a une réplique autour du Soleil lui-même, mais sans doute sommes-nous trop rapprochés pour en admirer pleinement la splendeur, réservée, par une juste compensation, aux habitants de Saturne, à supposer qu'ils existent. Pourtant, il est donné aux Terriens d'en contempler une partie, celle qui est la plus rapprochée du Soleil : la lueur zodiacale est surtout visible dans les régions subtropicales, et nulle part on ne peut la contempler plus nettement que dans la Haute Egypte, où l'atmosphère est d'une limpidité parfaite ; alors, après le coucher du Soleil, on discerne dans le Ciel une lueur dont l'intensité est comparable à celle de la Voie Lactée ; elle est de forme conique et orientée dans le plan de l'écliptique ; elle peut s'étendre jusqu'à 90° du Soleil ; parfois même, elle fait le tour complet du Ciel et se termine, du côté

opposé au Grand Luminaire, par un renforcement lumineux, toujours allongé dans le sens de l'écliptique, et qui a reçu le nom de *Gegenschein*; cette bande lumineuse, renforcée aux deux extrémités, suit donc le plan de l'écliptique, c'est-à-dire les constellations du zodiaque, qui lui a valu son nom.

L'origine de cette lumière a longtemps intrigué les astronomes; heureusement,

polarisée, comme l'est celle du Ciel bleu; s'il est formé de grains de poussière solide, aucune trace de polarisation ne doit apparaître; or, l'expérience, faite avec grande difficulté, semble indiquer que la lumière zodiacale est très faiblement polarisée; et la conclusion la plus raisonnable qu'on puisse tirer de là, c'est que l'anneau qui la constitue est en partie solide, en partie

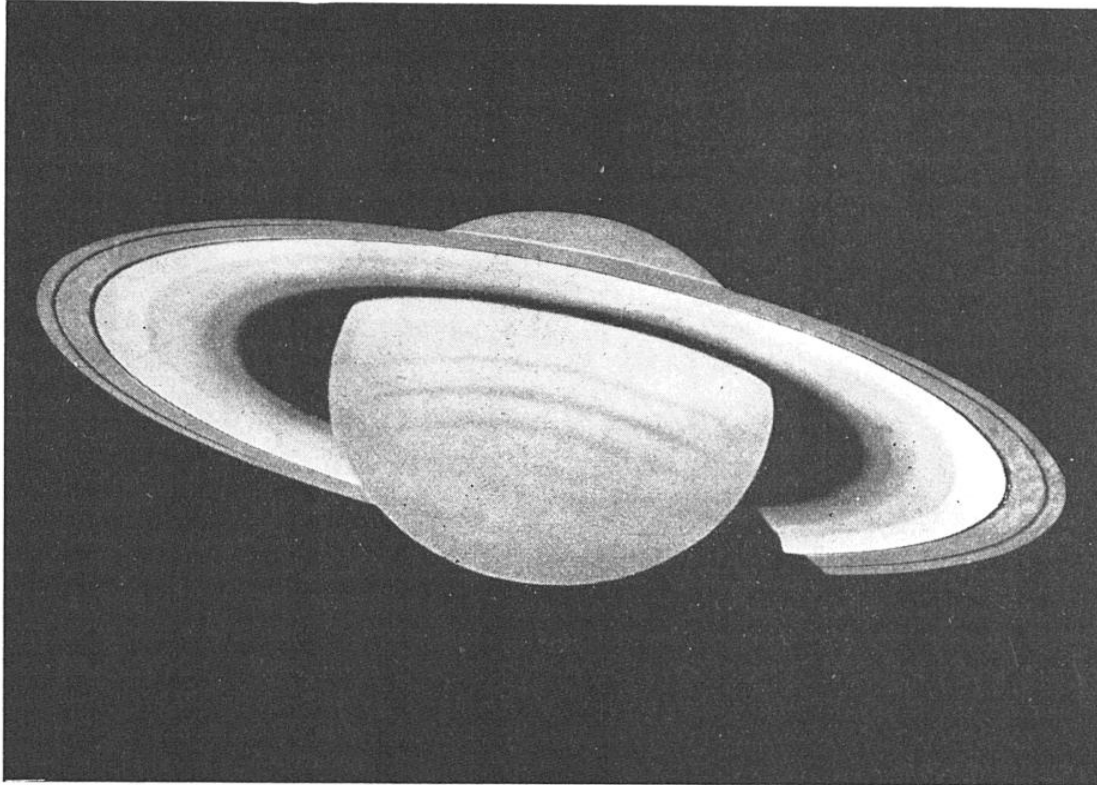


FIG. 1. — ON ADMET AUJOURD'HUI QUE L'ANNEAU DE SATURNE EST FORMÉ PAR L'ENSEMBLE DES TRAJECTOIRES D'INNUMÉRABLES CORPS CÉLESTES DONT LES DIMENSIONS S'ÉCHELONNENT DE QUELQUES CENTIMÈTRES À CELLES DE GRAINS DE POUSSIÈRE

l'analyse spectrale, rendue très difficile par la faiblesse de la lumière émise, a donné des notions précises sur sa nature: on retrouve dans la lueur zodiacale, en plus des caractéristiques générales du Ciel nocturne, celles du spectre solaire, c'est-à-dire un fond lumineux continu traversé par des raies sombres; la conclusion qui s'en dégage, c'est que la lueur zodiacale est due à la lumière solaire diffusée par un nuage extrêmement léger; mais on peut se demander alors quels éléments constituent le nuage. L'étude au polarimètre doit permettre de répondre à cette question: si le nuage est gazeux, la lumière qu'il diffuse doit être

vaporisé; il serait donc formé par une poussière ténue et très diluée, couronnant le Soleil entre les orbites de Mercure et de la Terre, et débordant même cette dernière; cette poussière serait tenue en équilibre, contre la pesanteur, par la pression de radiation; en même temps, l'énergie rayonnante absorbée par les corpuscules aurait pour effet d'élever leur température et de vaporiser leurs constituants volatils, ainsi qu'il arrive aux noyaux cométaires lorsqu'ils passent au périhélie.

Quant à l'origine de cet anneau, les explications les plus contradictoires ont été émises; leur incertitude ne doit pas nous

faire perdre de vue le fait acquis, c'est-à-dire l'existence d'un anneau matériel, extrêmement diffus, entourant le Soleil dans le plan de l'écliptique qui est aussi celui dans lequel tournent les grosses planètes et qui fut sans doute, à l'origine, le plan de la nébuleuse solaire. Nous allons voir maintenant comment cet anneau se prolonge entre les orbites de Mars et de Jupiter.

L'anneau des petites planètes

Le 1^{er} janvier 1801, Piazzi, directeur de l'Observatoire de Palerme, découvrit dans le Ciel un astre de septième grandeur (c'est-à-dire invisible à l'œil nu) qui était animé, par rapport à la voûte céleste, du mouvement rétrograde caractéristique des planètes ; c'était, en effet, une planète, qui reçut le nom de *Cérès*, mais de dimensions extraordinairement réduites, car les mesures ultérieures ont fixé son diamètre entre 700 et 800 km ; les variations irrégulières de son éclat semblent même indiquer qu'il s'agit, non d'un astre ayant passé par l'état fluide et acquis de ce fait une forme sphéroïdale, mais d'un énorme bolide, de forme irrégulière et roulant sur lui-même le long de sa trajectoire.

La même remarque s'applique d'ailleurs aux autres planéticules découvertes après *Cérès* et qui, toutes, sont plus petites qu'elle : *Pallas* et *Vesta*, repérées par Olbers en 1802 et 1807, *Junon* observée par Harding en 1804 ; tous ces cailloux célestes ont quelques centaines de kilomètres de diamètre et gravitent entre Mars et Jupiter suivant des orbites faiblement excentriques, c'est-à-dire à peu près circulaires.

Tant que la recherche à la lunette astronomique fut l'unique moyen d'investigation utilisable par les astronomes, la prospection du Ciel resta une opération longue et délicate ; aussi les résultats obtenus ne furent-ils pas à la mesure des efforts et les découvertes d'astéroïdes nouveaux restèrent très rares ; on n'en connaissait encore que quelques dizaines, en 1891, lorsque Max

Wolf, directeur de l'Observatoire d'Heidelberg, eut l'idée de recourir à la photographie.

La méthode la plus naturelle consiste à installer la plaque sensible dans le plan focal de la lunette, montée et mise en mouvement de façon à suivre le déplacement diurne des étoiles fixes ; après une pose voisine, en général, de 45 minutes, la plaque développée porte un certain nombre de points ou de taches circulaires qui sont les images des étoiles fixes ; mais une étude attentive y montre parfois un trait fin et court, qui n'est autre chose que la trace laissée par un astre, planète ou comète,

dont la marche est indépendante de celle des fixes ; trois poses successives permettent en général de déterminer sa trajectoire qui, si elle est reconnue elliptique, caractérise une petite planète.

On peut encore, et inversement, donner à la lunette un mouvement rétrograde dont la vitesse correspond à la valeur moyenne des mouvements des petites planètes ; dans ces conditions, ce sont les étoiles qui donnent des marques allongées, tandis que les astéroïdes planétaires sont représentés par des



FIG. 2. — LUMIÈRE ZODIACALE TELLE QU'ELLE APPARAÎT AU CIEL JAPONAIS (D'APRÈS JONES)

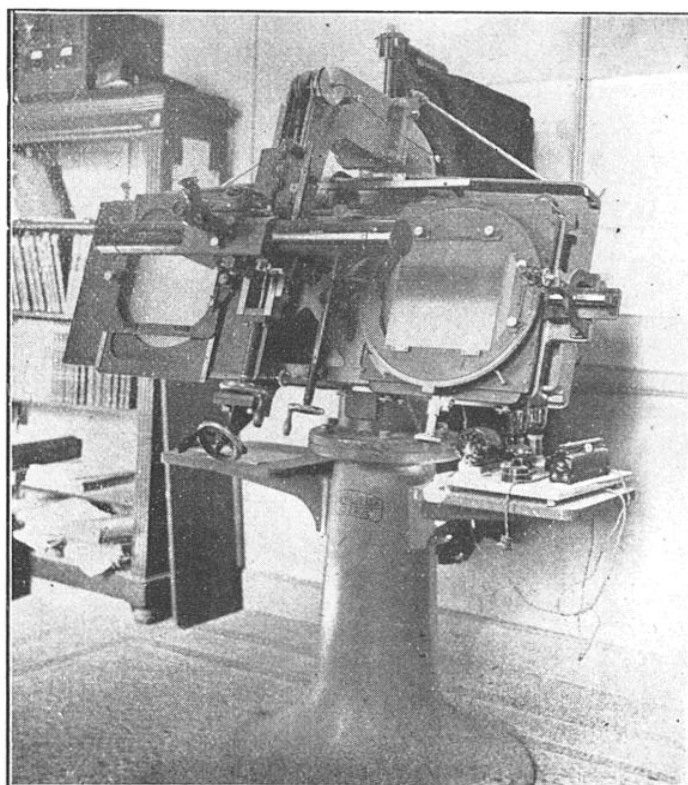
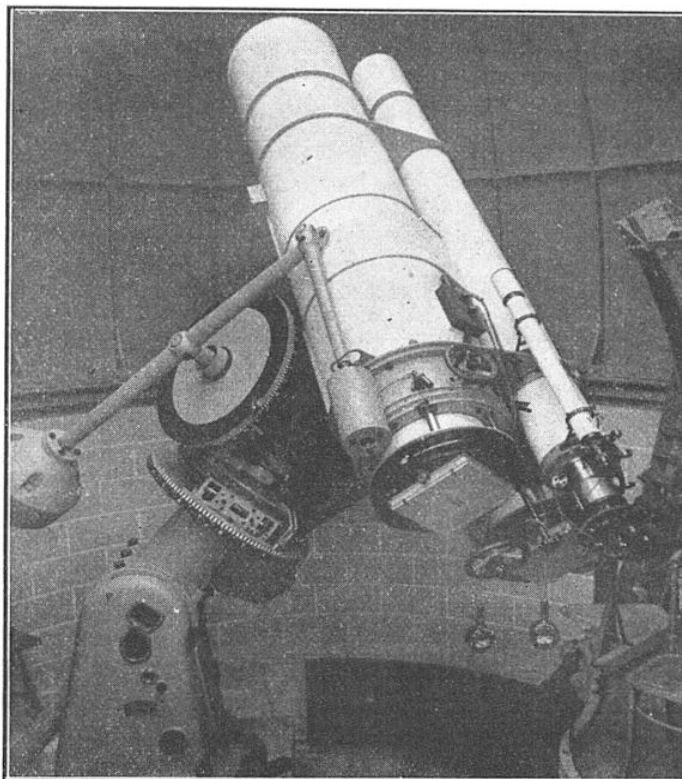
points, ce qui a pour avantage de concentrer leur faible lumière en un même point de la plaque ; malgré l'accroissement de sensibilité dû à l'emploi de cette méthode, la commodité d'emploi lui fait généralement préférer la première. En tout cas, les recherches devront être effectuées de préférence dans les constellations zodiacales, car c'est là qu'on a les plus grandes chances de découvrir les petites planètes.

Dès le début, la méthode photographique attesta sa fécondité ; le nombre des astéroïdes repérés s'accrut rapidement ; Max Wolf, pour son compte, en découvrit deux cent seize dans sa longue carrière ; mais il trouva bientôt des imitateurs dont les découvertes atteignirent et dépassèrent la centaine ; Charlois, de Nice, en avait déjà inscrit quatre vingt-dix-neuf à son tableau lorsque survint sa mort dramatique et prématurée.

FIG. 3. — VUE GÉNÉRALE DE L'ASTROGRAPHE DOUBLE

La comparaison des deux clichés obtenus au moyen des deux lunettes permet de déceler les imperfections des plaques que l'on pourrait prendre pour des traces d'astéroïdes.

En 1929, le nombre des astéroïdes catalogués atteignait 1 114, et on peut estimer qu'actuellement il est voisin de 2 000. De plus en plus, cette recherche est concentrée dans un certain nombre d'observatoires spécialement outillés ; à Heidelberg d'abord, puis à Johannesburg pour le Ciel austral, à Siméïs en Russie, et enfin à l'Observatoire royal d'Uccle, près de Bruxelles, dont les beaux travaux ont été dirigés d'abord par M. Stoobant, puis par M. Delporte, dont j'aurai à signaler tout à l'heure une importante découverte ; l'appareil utilisé dans cet observatoire est un astrographe double, formé par deux lunettes accolées, donnant simultanément deux cli-



chés, dont la comparaison permet de dépister les fausses traces, dues en réalité à une imperfection de la plaque ; mais on préfère, le plus souvent, comparer, non deux épreuves simultanées mais deux photographies prises à des époques différentes, qu'on examine simultanément en les plaçant côte à côte dans une espèce de stéréoscope, nommé *blink-microscope*, qui permet de superposer les deux images et d'escamoter rapidement l'une ou l'autre : si les deux images sont identiques, l'œil n'éprouve aucune impression par cet escamotage ; mais si, entre temps, une petite planète s'est glissée dans le champ, sa présence se signale aussitôt par un sautiller de son image (fig. 4 et 6).

FIG. 4. — VUE D'ENSEMBLE DU « BLINK-MICROSCOPE »

En escamotant rapidement et alternativement deux images d'une même région stellaire cet appareil met en évidence les mouvements des astres mobiles.

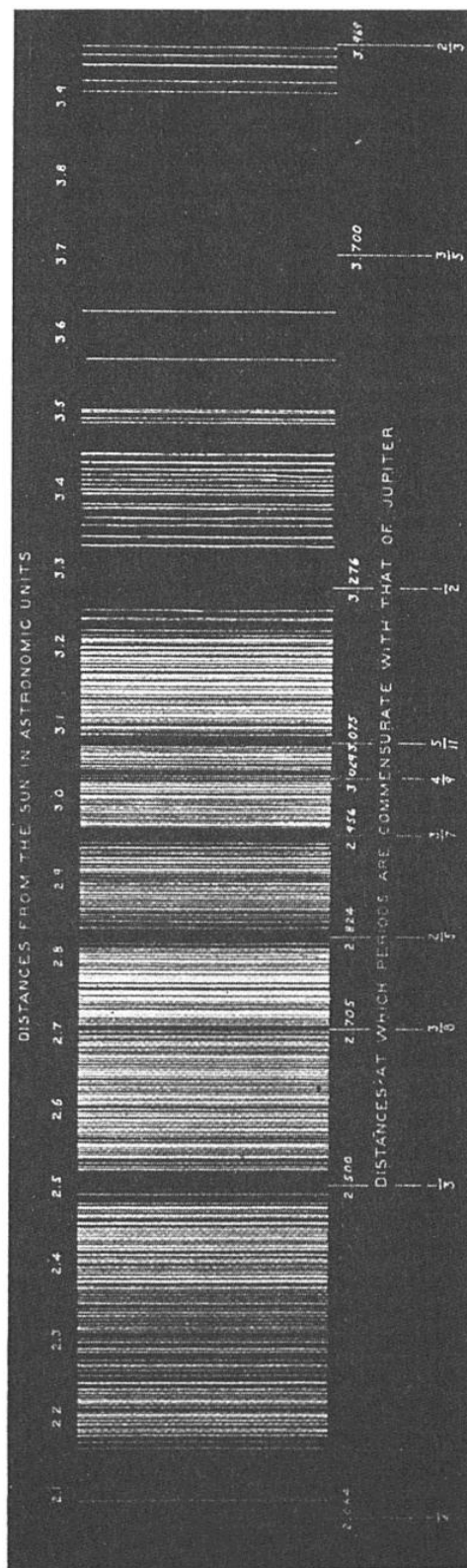


FIG. 5. — CE TABLEAU MONTRE LA RÉPARTITION DES ASTÉROÏDES AUTOUR DU SOLEIL, LES DISTANCES ÉTANT COMPTÉES EN UNITÉS ASTRONOMIQUES (DISTANCE DE LA TERRE AU SOLEIL). ON Y REMARQUE DES LACUNES COMME DANS L'ANNEAU DE SATURNE

Ces méthodes, progressivement perfectionnées, ont amené la découverte de planéticules dont la visibilité, et par suite les dimensions, sont de plus en plus faibles ; celles qu'on détermine actuellement sont, à en juger par leur éclat, des cailloux dont les dimensions mesurent quelques kilomètres, et souvent même moins. Leur nombre est, naturellement, d'autant plus grand qu'elles sont plus petites, et M. Stoobant a remarqué que ce nombre doublait sensiblement lorsque la grandeur optique augmente d'une unité ; par exemple, il y aura deux fois plus d'astéroïdes de la onzième grandeur que de la dixième ; partant de là, il avait conclu qu'en poussant jusqu'à la vingtième grandeur, dernière limite observable avec le grand télescope du mont Wilson, le nombre total des astéroïdes atteindrait 100 000. Et ce n'est sûrement pas tout ; en dessous de ces cailloux célestes, il doit exister, par millions, puis par milliards, des pierres plus petites, jusqu'à des grains de poussière, dont l'ensemble dessine autour du Soleil un anneau situé dans le plan général de l'écliptique.

Notons pourtant que, pas plus que l'anneau de Saturne, celui qui ceinture le Soleil ne représente une masse importante ; s'il en était autrement, les mouvements de la planète Mars en seraient nécessairement affectés et Le Verrier avait déjà constaté qu'aucune perturbation ne pouvait être constatée dans l'orbite de cette planète ; depuis lors, des calculs de M. Stoobant l'ont conduit à cette conclusion que la masse totale de l'anneau solaire ne saurait atteindre la centième partie de celle de Mercure, ou le millième de la masse terrestre.

Autre analogie avec l'anneau de Saturne : l'anneau solaire présente des *lacunes*, c'est-à-dire des coupures circulaires où les astéroïdes sont raréfiés, ou même absents ; les lacunes se présentent à des distances du Soleil 2,50, 2,82, 2,96 et 3,28 (la distance de la Terre au Soleil étant toujours prise pour unité) ; par compensation, la densité de l'anneau se trouve renforcée sur les deux lèvres de chaque lacune, comme si les astres qui les occupaient jadis avaient été refoulés sur les bords. Et c'est, très probablement, ce qui s'est produit, par un effet de résonance comparable à celui qui a engendré les lacunes de l'anneau saturnien : on suppose que les astéroïdes qui occupaient primitivement ces lacunes avaient des périodes de révolution en rapports simples avec la période de la grosse planète Jupiter ; l'influence de celle-ci a pu ainsi s'accumuler

au cours des siècles et écarter progressivement les astéroïdes des zones qui sont devenues lacunaires. Cette explication est évidemment hypothétique, mais elle présente un caractère de vraisemblance qui satisfait l'esprit. D'ailleurs, l'existence même de cet anneau solaire soulève des problèmes que nous allons discuter brièvement.

Explications cosmogoniques

La découverte des premiers astéroïdes au début du XIX^e siècle avait paru confirmer une loi empirique, énoncée en 1772 par Bode, et qui faisait prévoir l'existence d'une planète intermédiaire entre Mars et Jupiter, à une distance du Soleil égale à 2,8 unités astronomiques ; on admit donc que cette planète aurait été fracassée, à une époque

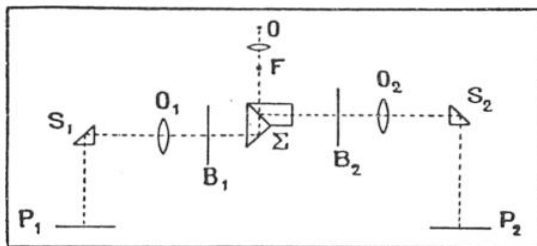


FIG. 6. — SCHÉMA DU « BLINK MICROSCOPE » $P_1 P_2$, clichés à comparer ; $S_1 S_2$, prismes à réflexion totale ; $O_1 O_2$, objectifs ; Σ , deux prismes accolés dont on peut masquer alternativement les faces au moyen des écrans $B_1 B_2$; O , observateur.

inconnue, soit par une explosion interne, soit par collision avec un autre corps céleste.

Cette explication est aujourd'hui abandonnée ; les astronomes se rallient en général à l'hypothèse d'après laquelle l'anneau solaire serait, dans son ensemble, un résidu de la nébuleuse primitive ; lorsque celle-ci s'est condensée en donnant naissance à l'astre central, tandis que ses filaments se concentraient en produisant les principales planètes, certains flocons de moindre importance se seraient alors condensés sur place, dans le plan général de la nébuleuse originelle. Il serait sans doute difficile de préciser cette notion un peu vague et presque intuitive ; mais il faut ajouter qu'elle ne saurait suffire à expliquer l'existence de certains astéroïdes, dont l'origine est sûrement différente : ce sont ceux dont les excentricités sont grandes, c'est-à-dire dont les orbites s'écartent notablement de la forme circulaire pour suivre des ellipses très allongées, et qui, d'autre part, circulent dans des plans très écartés de l'écliptique, plan général de la nébuleuse solaire initiale.

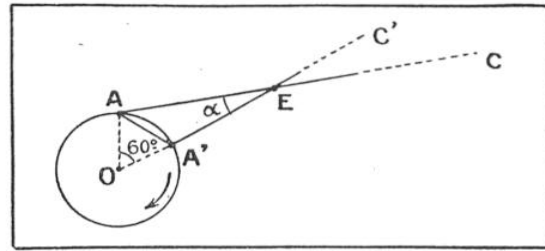


FIG. 7. — L'OBSERVATION DE LA PETITE PLANÈTE EROS PERMET DE MESURER LES DIMENSIONS DU SYSTÈME SOLAIRE

E , Eros ; $A A'$, position de l'observatoire à quatre heures d'intervalle ; $C C'$, étoiles de comparaison.

Tel est, par exemple, l'astéroïde *Hidalgo* : son orbite très allongée s'étend entre celles de Mars et de Saturne et de plus, est inclinée de 43° sur l'écliptique ; un autre, repéré en 1927 par Oikawa, dépasse Uranus à son aphélie avec une inclinaison de 63° sur l'écliptique ; *Pallas* elle-même, la sage Pallas, se livre à des écarts inqualifiables avec une orbite inclinée à 34° .

Ces astéroïdes aberrants ont sûrement une origine extérieure au système solaire, et les astronomes s'accordent pour y voir des noyaux cométaires qui, à la traversée du système solaire, se sont vus retenus par l'attraction de Jupiter, ou de Saturne, ou peut-être même d'Uranus, et rattachés au char étincelant du Soleil.

D'Eros à Adonis

L'anneau des petites planètes et son prolongement intérieur, cause probable de la lumière zodiacale, soulèvent donc des problèmes intéressants. Mais cet intérêt n'est pas uniquement spéculatif, et certains de ces astricules ont donné lieu à des recherches d'un intérêt plus immédiat.

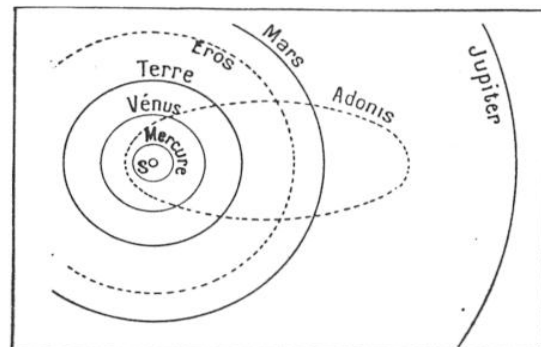


FIG. 8. — TRACÉ DES ORBITES DES PLANÈTES QUI GRAVITENT AUTOUR DU SOLEIL S

Citons d'abord *Eros*, la 433^e petite planète, dans l'ordre de sa découverte, observée pour la première fois en 1898, à Berlin, par le docteur Witt ; *Eros* présente cette singularité d'avoir une orbite comprise entre celles de Mars et de la Terre ; et comme le plan de cette orbite est voisin de celui de l'écliptique que notre globe parcourt lui-même, il en résulte que, de temps à autre, la petite planète se rapproche de nous à très faible distance ; ainsi, le 19 janvier 1931, la distance d'*Eros* à la Terre fut seulement de 17 millions de kilomètres, c'est-à-dire qu'aucun astre, à part la Lune, ne passe aussi près de nous ; comme, d'autre part, les pointés astronomiques de cet astéroïde peuvent se faire avec une extrême précision, ces conditions favorables ont été mises à profit pour obtenir la mesure la plus exacte qu'on ait réalisée jusqu'à ce jour des dimensions du système solaire, et spécialement de la distance du Soleil à la Terre, prise comme unité astronomique.

Je rappelle brièvement le principe de cette opération, réalisée par l'Observatoire de Paris avec la collaboration des établissements astronomiques du monde entier.

Supposons, pour imaginer le cas le plus simple, que, d'un observatoire *A* (fig. 7), situé sur l'Equateur, on vise *Eros* en déterminant exactement sa position apparente sur la voûte céleste, rapportée à des étoiles de comparaison *C* ; quatre heures plus tard, la Terre a tourné de 60°, l'observatoire *A* est venu en *A'* et la ligne de visée *A'E* est fixée non moins rigoureusement par rapport aux étoiles de comparaison *C'* ; l'angle α de ces deux lignes de visées peut être fixé avec exactitude, et comme on connaît la distance *AA'*, égale au rayon terrestre, on a les données nécessaires pour construire le triangle *AA'E*, qui détermine la distance d'*Eros* à la Terre. Or, le système solaire est un ensemble dont les dimensions relatives sont fixées par les lois de Képler, comme celles d'un édifice dont on possède le plan, mais qui serait dressé à une échelle inconnue ; il suffit de mesurer la vraie longueur d'un élément quelconque de ce plan pour avoir les dimensions de tous les autres ; et c'est ainsi que la mesure de la distance *Eros-Terre* permet de déterminer toutes les dimensions du système solaire.

La petite planète *Adonis* donne lieu à des considérations qui nous touchent encore de plus près. Découvert le 1^{er} février 1936 par M. Delporte, directeur de l'Observatoire

d'Uccle, *Adonis* suit une trajectoire fort allongée (fig. 8) qui atteint presque, à son périhélie, celle de Mercure pour s'étendre, à l'aphélie, à mi-chemin entre Mars et Jupiter ; d'autre part, cette orbite n'est inclinée que de 1° et demi, ce qui est fort peu, sur celle de la Terre. Il résulte de là que la Terre et *Adonis* pourront, dans certaines circonstances « favorables », passer très près l'un de l'autre ; ces circonstances, que j'ai peut-être tort de nommer favorables, se produiront pour la prochaine fois en 1955, et alors, trois cas pourront se réaliser suivant la distance et la vitesse des astres en présence : le plus probable est qu'*Adonis*, emporté par sa vitesse, continuera sa route suivant une orbite plus ou moins modifiée par l'attraction terrestre ; mais il pourrait aussi advenir que cet astéroïde passât assez près de nous pour être entraîné par l'attraction, et nous serions ainsi dotés d'une Lune supplémentaire, qui ne serait, à vrai dire, qu'une « Lunette », car *Adonis* n'est qu'un simple météorite, dont les dimensions doivent être voisines d'un demi-kilomètre.

Mais la troisième possibilité est plus inquiétante ; si la vitesse d'*Adonis* était insuffisante, l'attraction terrestre l'emporterait, et cet astéroïde tomberait sur notre globe ; on imagine quels dégâts pourraient résulter de l'arrivée, à une vitesse de 30 km par seconde, d'un bloc dont la masse doit être comprise entre 1 et 2 milliards de tonnes ; on en peut prendre une faible idée d'après les effets produits en Sibérie, en 1908, par la chute d'un météorite de 100 tonnes, dont le choc fut enregistré par les sismographes jusqu'en Angleterre. Heureusement, H.-N. Russell nous rassure en nous affirmant que la probabilité d'un tamponnement n'est pas supérieure à 1/50 000 ; encore le choc peut-il se produire dans l'Océan, ce qui déterminerait un freinage sérieux, ou bien dans les régions glacées ou désertiques. Il n'est pas moins vrai que l'existence de ce caillou céleste pose actuellement un problème que l'astronomie ne saurait résoudre avec une précision suffisante, parce que les astéroïdes sont soumis, le long de leurs trajectoires, à des influences perturbatrices qui peuvent les faire dévier notablement ; ainsi, il pourrait bien arriver qu'en 1955, *Adonis* passât fort loin de la place que les premiers calculs lui ont assignée. Le plus sage est de ne pas se faire de soucis qui, justifiés ou non, seraient en tout cas inutiles.

L. HOULLEVIGUE.

L'AVIATION COMMERCIALE ET LES VOYAGES STRATOSPHERIQUES

Par Victor JOUGLA

Le vol stratosphérique (1) (au-dessus de 10 000 m) présente, du point de vue aérodynamique, des avantages incontestables (réduction de la résistance de pénétration dans l'air permettant de très grandes vitesses). Du point de vue thermodynamique, on sait que la puissance d'un moteur à explosion ne demeure pas constante lorsque l'altitude varie. Elle diminue avec la pression de l'air extérieur et, pour rétablir la puissance disponible au sol, il est donc nécessaire de pratiquer, à haute altitude, une véritable respiration artificielle du moteur. Le compresseur est ainsi devenu un accessoire indispensable du groupe motopropulseur des avions modernes. Mais il ne semble pas que les types actuellement utilisés (à entraînement mécanique par engrenages et changements de vitesse de rotation avec l'altitude) puissent cependant assurer économiquement des voyages commerciaux au-dessus de 8 000 m. Au contraire, le turbocompresseur — conçu par Auguste Rateau — actionné par les gaz d'échappement du moteur (turbines à gaz à plusieurs étages de détente) joint à une souplesse de fonctionnement remarquable une amélioration sensible du rendement, ce qui permet d'envisager son emploi également pour la suralimentation des moteurs Diesel destinés aux hautes altitudes (comme l'Allemagne). Cependant, les moteurs à explosion (carburation) ou à combustion (injection), type Diesel, ne constituent pas les seules solutions répondant aux conditions posées par le problème de la propulsion dans la stratosphère. Déjà, en Amérique, système de la « General Electric Company » et en Allemagne (moteur « Huttner ») ont été réalisées des turbines à vapeur dont le poids au cheval n'est plus prohibitif pour un avion ; en outre, le rendement doit atteindre des valeurs particulièrement élevées dans la stratosphère, étant donné les basses températures qui y règnent (théorème de Carnot) (2). Enfin, Breguet, en France, et Caproni, en Italie, construisent des cellules à tuyères thermopropulsives (3) dont le rendement doit (dans l'air raréfié des très hautes altitudes et à des vitesses trois ou quatre fois supérieures à celles réalisées actuellement) dépasser celui du groupe motopropulseur ordinaire. On voit que les solutions expérimentées par les techniciens de la thermodynamique pour réaliser économiquement les puissances propulsives exigées par les aérodynamiciens sont encore très variées. Des réalisations pratiques permettront bientôt de confronter les qualités respectives des systèmes, envisagées en vue de véritables voyages stratosphériques sur des longs parcours, condition dont dépend l'avenir des transports commerciaux à grande distance.

LE match des nations pour l'établissement d'un trafic aérien transocéanique, réellement commercial, est désormais franchement ouvert. Après la ligne française Sud-Atlantique, après la ligne américaine transpacifique, nous aurons d'ici peu des lignes aériennes Nord-Atlantique. Or ces lignes sont loin de se réaliser suivant le schéma que nous traçaient, il y a seulement dix ans, des anticipateurs pourtant très qualifiés. On nous présentait le voyage

« stratosphérique » comme seul capable de pourvoir utilement à des communications aériennes régulières et payantes entre continents. Or, ce sont des paquebots volants, de solides hydravions, qui prennent un à un le départ avec, comme ports d'escale, des îles qui ne sont même pas flottantes — de bonnes îles de terre ferme dont la plus petite, perdue au cœur de l'immensité, prend de ce fait une valeur inattendue.

Est-ce à dire que le voyage stratosphérique passe au rang des belles utopies ?

Pas le moins du monde. Nous avons déjà montré (1) quelles conditions devaient remplir les moteurs, les cellules, les hélices pour assurer le vol en air raréfié, au-dessus de 10 000 m. Ce sont des conditions parfaitement réalisables. Tous les grands construc-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 235, page 56.

(2) Le théorème de Carnot résume les lois relatives au rendement thermodynamique de toutes les machines thermiques. Le rendement du cycle de Carnot (celui dont le rendement est, par définition, maximum) est d'autant plus voisin de l'unité que la température de la source chaude est plus élevée et que celle de la source froide (ici l'atmosphère) est plus basse.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 232, page 321.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 217, page 49.

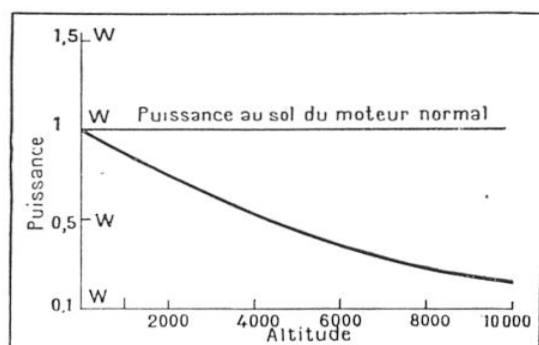


FIG. 1. — COURBE MONTRANT LA DÉGRESSION RAPIDE DE LA PUISSANCE W D'UN MOTEUR NORMAL EN FONCTION DE L'ALTITUDE

teurs tentent de les obtenir. En France, la maison Farman étudie la cabine étanche, les docteurs Rosenstiel et Garsaux, le sca-phandre individuel (1). En Italie, Caproni travaille dans les mêmes voies. De plus, tout comme la maison française Breguet, la grande firme italienne a mis en construction une cellule à tuyère thermopropulsive; le moteur à réaction apparaît déjà, aux ingénieurs non aux rêveurs, comme tout à fait prédestiné au vol stratosphérique.

En Amérique, la « General Electric Company » et, en Allemagne, un ingénieur notoire, M. Hutner, ont d'autre part tracé les plans de turbines à vapeur dont le rendement s'élève particulièrement aux très grandes altitudes. Partout, des moteurs suralimentés, à compresseurs auxiliaires, sont ardemment poussés en vue du travail en air raréfié.

Lors du dernier Salon de l'Aéronautique, le vol à haute altitude a donné lieu à une confrontation du plus haut intérêt entre experts internationaux. En sorte qu'il nous est permis d'entrevoir aujourd'hui comment les choses évolueront d'ici peu de temps. C'est cette mise au point que nous allons tenter d'exposer ici.

Il faut surtout distinguer le « record » du « voyage »

On se souvient du voyage prestigieux de Wiley Post, qui fut vaincu par le froid après avoir couvert aux environs de 10 000 m la plus grande partie du trajet Los Angeles-New York, à une vitesse moyenne supérieure à 350 km/h. Le pilote était revêtu d'un sca-phandre qui s'est montré insuffisant. Depuis, ce côté du problème a progressé : nous ne reviendrons pas sur la question. Pas plus que sur celle de la cabine étanche dont la mise au point se poursuit.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 222, page 435.

Le moteur de Wiley Post était suralimenté par deux compresseurs *entraînés mécaniquement*, dont un débrayable.

C'est dans un appareil analogue que Swain a battu récemment le record mondial d'altitude par 15 000 m (1). Naturellement, il ne pouvait être question, pour l'instant, de « voyage » à cette hauteur. Aussi bien, dans son remarquable rapport de 1936, M. Gianni Caproni distingue nettement les deux points de vue, en observant que le « record » doit toujours précéder le « voyage », dans l'altitude comme, du reste, en ce qui concerne la vitesse.

Les conditions physiques du vol stratosphérique handicapent principalement le moteur

Le vol stratosphérique est aujourd'hui principalement suspendu à ce que les techniciens dénomment le « rétablissement de la puissance ». Tout le reste est important, certes, mais secondaire en regard de cet aspect de la question.

Le moteur, dont la « compression volumétrique », facteur capital de sa *puissance*, a été calculée pour fonctionner au sol, à la pression de 760 mm, voit cette puissance décroître à mesure que l'aéroplane prend de la hauteur, car la pression atmosphérique

(1) Ce record a été battu le 7 mai dernier par le lieutenant-colonel italien Pezzi, qui s'est élevé à 15 655 m.

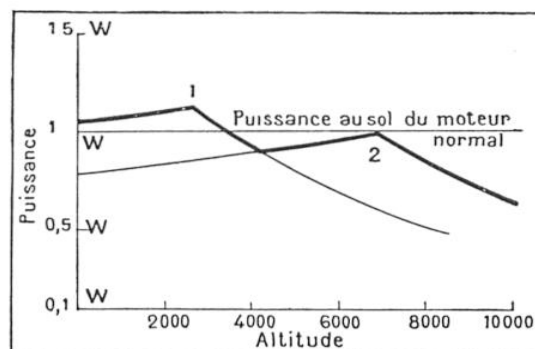


FIG. 2. — GRAPHIQUE MONTRANT LE « RÉTABLISSEMENT » DE LA PUISSANCE W EN ALTITUDE, PAR DEUX COMPRESSEURS ÉTAGÉS. La courbe 1 indique que la puissance unitaire d'un moteur comprimé dès le sol croît jusqu'à 2 400 m environ, pour décroître ensuite rapidement. Mais l'entrée en jeu du second étage de compression ramène un accroissement de puissance à partir de 4 000 jusqu'à 6 500 m environ, où la chute recommence. Il est évident qu'on ne peut « repêcher » la puissance par une succession indéfinie d'étages de compression qui absorbent eux-mêmes de la puissance motrice.

diminue de moitié théoriquement chaque fois qu'on s'élève de 5 500 m (loi de Laplace). La puissance « propulsive » de l'hélice subit la même diminution. En sorte que c'est l'ensemble du groupe « motopropulseur » qui décroît rapidement avec l'altitude.

Pour « rétablir » la puissance, il faudrait créer des hélices à pas variable et à vitesse variable, de manière à ce que le pas et la vitesse conservent les grandeurs optima en fonction de la raréfaction atmosphérique.

Bien que des progrès considérables restent à faire dans cette voie, il s'agit là de problèmes de mécanique constructive dont la solution est affaire d'ingéniosité, de matériaux. Le problème du rétablissement de la puissance motrice est singulièrement plus ardu, parce qu'il comporte des contradictions auxquelles il est difficile d'échapper.

Concentrons notre attention sur cette difficulté précise.

Mieux que tout raisonnement, la courbe

ci-jointe (fig.1) nous en donne la mesure. Nous l'empruntons à un spécialiste, M. Racine.

Un moteur, dont la puissance au sol serait par exemple de 500 ch, voit cette puissance tomber à 250 lorsqu'il parvient à 4 500 m d'altitude, et s'il pouvait monter jusqu'à 10 000 m, les 500 ch du sol se seraient évanouis à l'exception de 75 seulement — soit environ la puissance moyenne d'une automobile.

Pour atténuer cette chute vertigineuse de la puissance, on peut surcomprimer le moteur à la construction, étrangler l'admission des gaz carburés tant qu'il fonctionne au sol et relâcher cet étranglement à mesure qu'on s'élève. La solution ne permet pas

d'aller bien loin dans ce que les techniciens appellent le « rétablissement » de la puissance, c'est-à-dire de la « pression normale » à l'admission. Vers 1 000 m, *au plus*, le moteur ainsi préparé aura retrouvé la même loi inexorable de chute de la puissance avec la raréfaction du milieu oxygéné qui alimente la combustion. Et qu'est-ce que 1 000 m, au regard de la stratosphère !

Il faut donc recourir inévitablement à un engin auxiliaire, le *compresseur d'air*, pour

conserver au carburateur la pression atmosphérique normale qui conditionne le maintien de la puissance motrice.

Le compresseur, soutien indispensable du moteur

Un compresseur, c'est, à bord de l'avion, le contraire d'un moteur : une machine qui absorbe de l'énergie. Supposez que vous soyez condamné à vivre sous une cloche pneumatique où la pression serait réduite, et qu'on vous donne, pour alimenter vos

poumons, une pompe à main et un masque respiratoire. Le problème qui se poserait aussitôt pour conserver votre respiration normale serait de calculer l'effort musculaire que vous coûterait la compression d'air de manière à ne pas perdre, par une « expiration » excessive due à l'essoufflement, ce que vous gagneriez en « inspiration ».

C'est le même problème qui se pose pour l'avion. Le compresseur auxiliaire, c'est entendu, va le « suralimenter » fort convenablement durant les premiers degrés de cette « descente dans le vide » que représente son ascension. Au départ, même, les choses apparaîtront sous un jour encourageant : la puissance du moteur mesurée sur l'aéro-

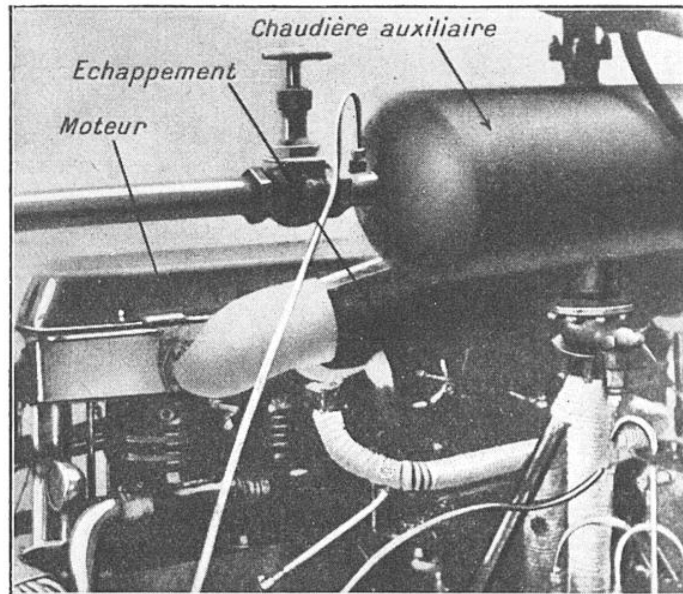


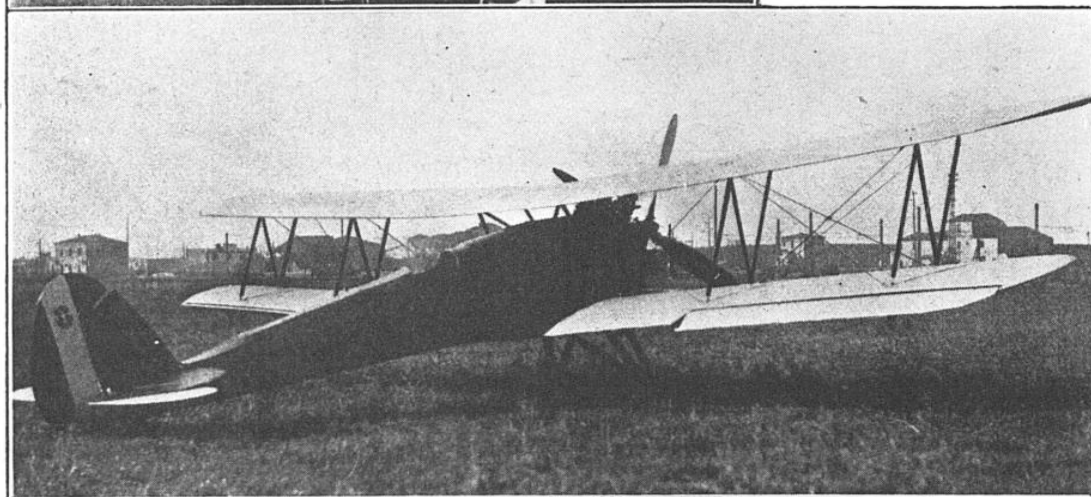
FIG. 3. — VOICI UN SYSTÈME NOUVELLEMENT ÉTUDIÉ PAR ISOTTA-FRASCINI SUR AVION « CAPRONI », EN VUE DE LA SURALIMENTATION EN ALTITUDE

Au lieu d'utiliser les gaz d'échappement directement sur turbo-compresseur du type « Rateau », ces gaz sont utilisés ici pour chauffer une chaudière auxiliaire qui alimente ensuite un turbo-compresseur au moyen de la vapeur ainsi produite.



L'AVIATEUR ANGLAIS SWAIN
A SA DESCENTE D'AVION
APRÈS AVOIR BATTU, LE 28
SEPTEMBRE 1936, LE RECORD
D'ALTITUDE A 15 230 M.

Le pilote apparaît ici vêtu d'un scaphandre souple qui vient d'être dégonflé. Son avion Bristol 138 était équipé d'un moteur « Bristol-Pegasus P. E. V1 S » à 9 cylindres en étoiles refroidis par l'air. Il était alimenté par l'intermédiaire d'un compresseur spécial à deux étages. Le carburant utilisé était un mélange spécialement étudié, type « S. A. F. 4 », possédant, avec un haut pouvoir calorifique, une grande résistance à la détonation (nombre d'octane voisin de 100).



L'AVIATEUR ITALIEN PEZZI
A BATTU, LE 7 MAI 1937,
LE RECORD PRÉCÉDEMMENT
ÉTABLI PAR L'ANGLAIS SWAIN
EN MONTANT A 15 655 M.

On voit ci-dessus le biplan Caproni 161 qui a servi à l'établissement de ce record. Il était équipé d'un moteur « Piaggio » 14 cylindres refroidi par l'air, employant lui aussi un carburant à 100 d'octane. Ce moteur, alimenté par un compresseur à deux étages, développait au sol 1 800 ch, pour un poids total de 600 kg. Il ne dépassait donc pas 330 g au cheval, soit moins que le fameux moteur « Fiat A S 6 » de l'hydravion Macchi 72, détenteur du record de vitesse (709 km/h).



drome croîtra avec l'altitude : en effet, le compresseur auxiliaire constituait une surcharge parasite au sol. Pour reprendre la comparaison ci-dessus, vous n'auriez que faire d'une pompe à main et d'un masque pour respirer à la pression normale. Ces ustensiles vous apparaissent de moins en moins encombrants à mesure que la pression décroît. Donc c'est un allégement qui apparaît pour commencer.

Mais si la pression décroît trop, vous aurez beau pomper, viendra un moment où la dépression gagnera votre effort. Il vous faudra accélérer le rythme du pompage si vous voulez « rétablir » la pression normale ; mais ce rythme, disons-nous, risque de vous essouffler. Le mieux sera, par conséquent, de changer de pompe et d'en adopter une plus *rapide* que la première : pour brasser l'air raréfié, le compresseur lui-même doit s'adapter.

Et c'est tout le problème : adapter le compresseur que l'on destine lui-même à l'adaptation du moteur. Tel est l'enchaînement ordinaire des causes et des effets. Ce n'est pas un cercle vicieux. Mais il indique nettement dans quelles voies la recherche est sans issue ou, tout au moins, d'un succès limité dans l'état actuel de la technique.

Les compresseurs mécaniques n'apportent pas la solution définitive

Les compresseurs adoptés sont tous du type à force centrifuge. Nous avons exposé leur principe dans notre précédente étude (1).

Reste la question de leur liaison au moteur.

Jusqu'ici, c'est « l'entraînement mécanique », par engrenages, qui s'est rencontré dans les performances sensationnelles. C'est le dispositif le plus robuste, le plus commode, le mieux au point. Nous avons expliqué en son temps (et ce que nous venons d'écrire le rappelle) pourquoi il était indiqué d'agencer les compresseurs en « étages ».

Si l'on veut atteindre l'altitude 8 000, par exemple, il n'y a pas intérêt à doter le moteur d'un compresseur unique ; c'est la perte de puissance *au sol* qui serait alors trop importante. En l'espèce, le moteur de 500 ch qui partirait pour disposer de ces 500 ch à 8 000 m devrait se résoudre à décoller sur 350 ch seulement, — le compresseur ainsi calculé constitue un lourd handicap. Il est un boulet jusqu'à ce qu'il se rende utile.

Mais si nous disposons deux compresseurs destinés à « rétablir », l'un à 3 500 m et les deux en série à 8 000 m, et si nous partons

avec le deuxième *débrayé*, nous atteindrons 3 500 m à pleine puissance, tout en décollant avec 450 ch. Nous irons ainsi jusqu'à 5 000, avec un sacrifice inévitable — comme nous l'avons prévu — durant les 1 500 derniers mètres. A 5 000 m, nous embrayons le second compresseur (disposé en série sur le premier, c'est-à-dire parachevant la compression commencée par lui) et nous voilà continuant l'ascension tout en constatant avec satisfaction que notre puissance motrice augmente. A 8 000 m, elle est maximum ; au-dessus, elle décroît. Mais nous atteignons quand même 10 000 m sans que notre moteur ait perdu 30 % de sa puissance.

L'étagement de la compression d'alimentation peut d'ailleurs être avantageusement remplacé par le changement des vitesses de rotation du compresseur : accroître la vitesse du rotor, c'est accroître *ipso facto* le taux de compression. C'est comme si la machine se transformait.

La courbe ci-jointe (fig. 2) montre les résultats du fonctionnement d'un compresseur à deux vitesses.

Mais les changements de vitesse, à leur tour, n'ont pas des possibilités illimitées : les caractéristiques des rotors sont soumises à des conditions limites — tout comme les hélices propulsives.

Et nous retombons ainsi devant l'obstacle de la surcharge (en poids) que l'engin perfectionné impose à l'avion et surtout de sa consommation en puissance motrice qu'il prélève fatalement sur la motopropulsion.

Bref, la technique des compresseurs à entraînement mécanique par engrenages et changements de vitesse ne semble pas pouvoir assurer utilement le voyage au-dessus de 8 000 m.

Le « turbo-compresseur » qu'inventa Rateau

Il reste le « turbo-compresseur ».

On connaît le merveilleux engin tel que le créa le grand ingénieur Auguste Rateau, au cours même de la guerre. Une *turbine* motrice reçoit les gaz d'échappement du moteur et transmet son énergie à un *compresseur* d'air monté sur le même axe qu'elle. L'énergie ainsi affectée à la suralimentation du moteur n'est plus prélevée sur l'énergie motopropulsive ; elle est « récupérée » sur les gaz chauds que le moteur rejette à l'atmosphère.

Les difficultés techniques de l'adaptation de cette « turbine à gaz » (tuyauteries) furent longues à surmonter. Les rotors de la turbine et du compresseur doivent tourner à près de 30 000 tours/minute, si l'on veut utiliser

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 213, page 195.

convenablement l'énergie cinétique des gaz d'échappement (1). Aujourd'hui, la mécanique de tels engins se trouve bien au point. Le turbo-compresseur, placé à l'arrière du moteur, en manière de « silencieux », semble devoir constituer la solution de l'avenir. Même en ce qui concerne le poids on doit arriver à le réduire grâce au turbo-compresseur.

Le grand avantage du turbo réside dans sa *souplesse de fonctionnement* : le changement de vitesse qu'il convient d'imposer au turbo-compresseur doit pouvoir s'effectuer par mise en circuit *progressive* des gaz du moteur. Au départ, le turbo est volontairement sous-alimenté. A mesure que l'on gagne en hauteur, les gaz moteurs sont rassemblés sur les aubes. Et, finalement, en haute altitude, ces gaz se détendent en totalité dans le turbo qui, lui-même, les restitue à une atmosphère déprimée à souhait pour les recevoir. L'atmosphère raréfiée constitue, en effet, le milieu de détente que réclament les turbines.

Les turbines à gaz se construisent, au besoin, à plusieurs étages de détente, avec rotors multiples. En sorte que le rendement global de cet ensemble *turbine et compresseur*, dans sa forme la plus parfaite actuelle, s'élève à 54 %. Comme repère du progrès accompli, sachons qu'en 1917 ce rendement n'était que de 30 % (Martinot-Lagarde).

Le Diesel d'aviation, muni de compresseurs, aspire également aux grandes altitudes

Ainsi que l'a remarqué M. Martinot-Lagarde, c'est cette amélioration de rendement qui a permis d'appliquer avec efficacité le turbo-compresseur à la suralimentation des Diesel à quatre temps.

Quels avantages spéciaux le Diesel d'avia-

(1) Pour un moteur de 300 à 500 ch. Pour un moteur plus puissant et avec les mêmes caractéristiques la vitesse serait moindre.

tion peut-il retirer de la compression d'air ?

Ces avantages sont évidents : la suralimentation est le régime naturel du Diesel. Le « balayage » des gaz brûlés au moyen d'un jet d'air comprimé constitue l'une des opérations classiques du Diesel à deux temps, et c'est la suralimentation qui a incité les ingénieurs à utiliser les gaz d'échappement par le système Rateau pour actionner la soufflante de balayage dans les Diesel à quatre temps. De là à pousser plus avant la suppression de l'air d'entrée, en fermant

à temps les lumières de l'échappement, il n'y avait qu'un pas à franchir — tout indiqué en matière d'aviation.

Aux avantages spécifiques de la suralimentation par compresseurs — qui sont, pour le moteur à combustion interne, les mêmes que pour le moteur à essence — s'ajoute particulièrement celui-ci, en ce qui concerne le Diesel. Le moteur suralimenté et le moteur non suralimenté ne fournissent pas (à pression « rétablie ») des rendements sensiblement différents : à peine 1 % au bénéfice du suralimenté. Par contre, la répartition des calories résiduelles, de la chaleur

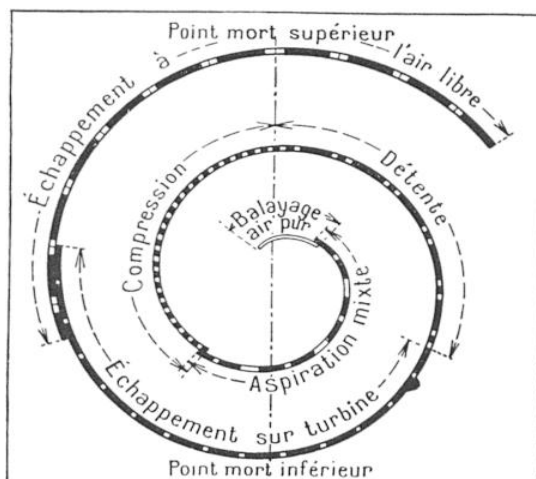


FIG. 4. — LES PHASES SUCCESSIVES DU CYCLE MOTEUR DANS UN DIESEL D'AVIATION A QUATRE TEMPS

En suivant les phases successives du cycle à partir du centre de la spirale figurative (balayage par air pur), on voit que ce premier balayage perfectionne l'aspiration et, par conséquent, les phases suivantes : compression, détente et finalement l'échappement sur la turbine du compresseur qui précède l'échappement final à l'air libre.

non utilisée, prend une allure plus intéressante dans ce dernier. La proportion des calories emportées par les gaz d'échappement (vers le turbo-compresseur qui les utilise) est considérablement accrue relativement à celles que dispersent les radiateurs. En sorte que les pièces internes sont mieux refroidies, ce qui permet d'accroître la puissance unitaire des moteurs — tandis que les radiateurs soulagés peuvent soit diminuer de taille, ce qui offre un grand intérêt aérodynamique, soit améliorer leur fonction aux grandes altitudes où la faible densité de l'atmosphère diminue considérablement le refroidissement par l'air.

Ces avantages assurent au Diesel d'aviation de sérieuses chances pour le vol d'altitude qui est le vol de l'avenir.

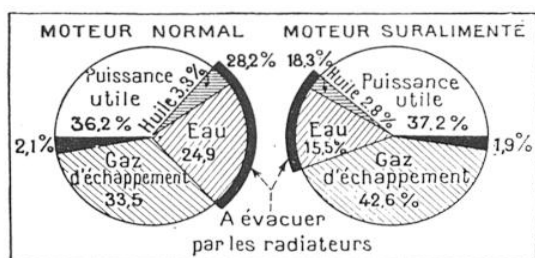


FIG. 5. — RÉPARTITION COMPARÉE DE L'ÉNERGIE CONSOMMÉE : A GAUCHE, DANS UN MOTEUR DIESEL NORMAL ; A DROITE, DANS UN DIESEL SURALIMENTÉ

On voit que l'énergie convertie en travail utile est supérieure dans le second cas. Malgré quoi, les gaz d'échappement conservent davantage d'énergie utilisable par le turbo-compresseur de suralimentation. La clé de ce paradoxe réside dans le fait que les radiateurs (eau et huile) n'ont pas besoin d'être refroidis aussi intensément dans le second cas (moteur suralimenté).

La turbine à vapeur sera-t-elle l'un des moteurs de l'aviation stratosphérique ?

Le turbo-compresseur Rateau a reçu à l'étranger, et particulièrement en Italie, chez Isotta-Fraschini, une curieuse variante : c'est une turbine à vapeur d'eau, non plus à gaz, qui actionne le compresseur. Cette vapeur est fournie par un générateur que chauffent précisément les gaz d'échappement.

Pourquoi ce détour dans l'utilisation des calories ? Sa raison d'être en est dans le rendement de la turbine à vapeur, qui est nettement supérieur à celui de la turbine à gaz si l'on possède une source froide pour condenser la vapeur détendue. Et l'on sait que le froid règne en maître aux très hautes altitudes.

A tel point qu'en Allemagne, l'ingénieur en chef de la centrale de Klinkenberg, près de Berlin, a fait construire (après expériences) une turbine à vapeur pour avion dont le rendement thermodynamique atteindrait (aux altitudes prévues d'environ 10 000 m) 30 à 34 %, — donc un taux tout à fait comparable à ceux qu'on obtient dans les meilleurs moteurs Diesel légers ou dans ceux à explosion.

Le problème de la turbine à vapeur a été résumé par M. Rabinovitch à peu près dans ces termes. L'intérêt de ce moteur est faible aux altitudes moyennes, à cause de son poids au cheval et de la difficulté de refroidir l'eau qui sert à condenser la vapeur : cette eau est à température plus basse que celle des radiateurs des moteurs à explosion,

mais le nombre de calories qu'elle transporte (donc son volume) est trois fois plus élevé. Ces difficultés de refroidissement ont rebuté avec raison les constructeurs d'avions. Mais dès que l'avion dépassera 10 000 m, il volera dans une atmosphère refroidie à près de 50° au-dessous du zéro centigrade. Malgré la faible densité de l'air, — comme il ne s'agit plus simplement en l'occurrence de dispersion de chaleur par radiateurs, mais d'abaissement de la « source froide » selon Carnot, — le calcul montre que le rendement devient intéressant.

Les avantages particuliers de la turbine sur la propulsion à explosion sont nombreux.

La turbine à vapeur supporte des variations de charge (puissance momentanée) de 50 à 100 %, et cela sans changer sa vitesse de rotation, ce qui facilite le décollage sur hélices de caractéristiques données.

Le combustible utilisable, au lieu d'être l'essence à 2 francs le kg ou le *gas oil* à 1 franc, devient du *fuel oil* à 50 centimes.

Le rétablissement de la puissance en altitude est moins onéreux en énergie auxiliaire. Le fluide moteur (vapeur d'eau) circule en circuit fermé, insensible à la pression atmosphérique. Celle-ci n'affecte que les brûleurs — ce qui est bien plus aisé à corriger que la dépression dans des cylindres moteurs : il suffit d'accroître l'admission d'air pour que le débit « en poids » — non en pression — reste le même et que, par conséquent, la quantité de chaleur fournie à la chaudière ne baisse pas. La soufflante capable d'assurer ce service consomme bien moins d'énergie que les compresseurs déjà rencontrés — à peine 5 % de l'énergie

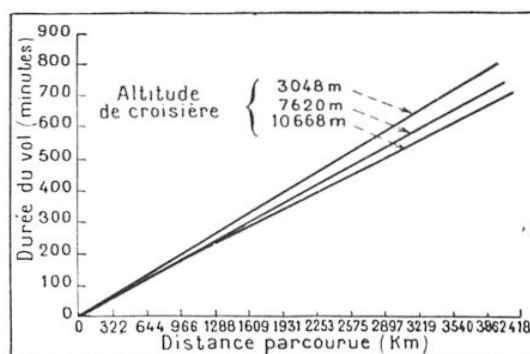


FIG. 6. — LE RAYON D'ACTION DU VOYAGE AÉRIEN NE CROIT PAS SENSIBLEMENT AVEC L'ALTITUDE A LAQUELLE IL S'EFFECTUE. Par contre, c'est la rapidité du voyage qui augmente, la résistance de l'air étant plus faible. Le bénéfice du voyage stratosphérique consiste donc dans la vitesse, non dans la distance parcourue.

motrice, à 10 000 m. Un compresseur de moteur consomme 20 à 50 % de cette énergie.

Un propulseur de 3 000 ch étudié par la « General Electric Company », en Amérique, a confirmé ces calculs par l'expérience en soufflerie spéciale.

Que pèseront de semblables machines ? La puissance massique de la turbine allemande Huttner serait de 1 à 2 kg par cheval, pour une puissance totale de 50 ch.

La machine américaine, composée de deux turbines alimentées par une chaudière unique, tournerait à 20 000 tours/minute. L'allemande, de construction très spéciale, à 5 000 tours. L'hélice devant tourner à

pelons simplement au lecteur, suffit à faire comprendre le principe de la propulsion par réaction. Un cône divergent (*évasé* en sens inverse de l'avancement, qui doit lui-même être *très rapide*) transforme la vitesse de l'air qui s'y engouffre *en pression* dans la chambre cylindrique qui le prolonge. Là, une couronne de brûleurs au mazout imprime à cette masse d'air une *énergie cinétique* nouvelle. Le produit de la combustion s'échappe vers l'arrière par un cône *convergent* qui transforme la pression *en une vitesse de sortie bien plus grande, on le conçoit, que la vitesse d'entrée*, en raison de l'énergie supplémentaire fournie par la combustion.

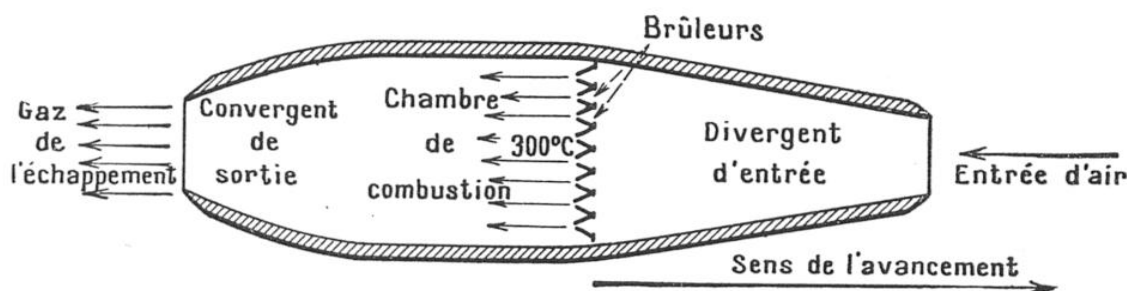


FIG. 7. — SCHÉMA DE PRINCIPE PERMETTANT DE COMPRENDRE AISÉMENT LE FONCTIONNEMENT DE LA TUYÈRE THERMOPROPULSIVE « LEDUC-BREGUET »

La forme donnée ici est purement théorique, les formes réelles restant secrètes pour l'instant. L'air entrant à grande vitesse perd cette vitesse à mesure qu'il progresse dans le « divergent d'entrée » ; la vitesse qui disparaît donne lieu à un accroissement de pression. La pression de l'air, maximum dans la chambre de combustion, pourvoit à la combustion des brûleurs à température relativement basse. Le produit gazeux résultant se détend en transformant inversement la pression en vitesse dans le convergent de sortie. La vitesse des gaz atteignant son maximum à l'orifice d'échappement, la propulsion par réaction s'ensuit. Le rendement est d'autant plus grand que l'avion avance plus vite (puisque la compression du mélange gazeux dépend de la vitesse d'entrée).

1 400 tours/minute, les engrenages réducteurs absorbent seulement 2 % de la puissance initiale.

La stratosphère sera-t-elle le domaine naturel des tuyères thermopropulsives ?

Avec les conceptions précédentes, avons-nous fait le tour des possibilités du vol en altitude ? Pas encore. Il reste la tuyère thermopropulsive.

Nous avons traité la question d'après les recherches de M. René Leduc, présentement en cours chez Breguet, théoriquement exposées par M. Villey. Nous n'y reviendrons pas. Il nous faut cependant insister sur le fait que le moteur à réaction pure trouvera dans la stratosphère son régime naturel de fonctionnement (1).

Le schéma ci-joint (fig. 7), que nous rap-

(1) Nous éliminons une fois pour toutes la propulsion par « fusée », qui reste une absurdité du point de vue pratique pour des motifs déjà énoncés ;

La différence de vitesse entre l'air d'entrée et les gaz d'échappement, jointe à l'accroissement de la *masse* par l'adjonction du carburant, assure l'avancement du système : tel est le principe de la tuyère thermopropulsive — le plus simple des moteurs d'aviation, puisqu'il supprime tout mécanisme, y compris l'hélice.

La preuve est faite que cela doit marcher.

Mais avec quel « rendement » ? Tout est là.

Il ne saurait être question, pour la tuyère thermopropulsive, de marcher aux mêmes vitesses que l'avion à hélice. Dans un calcul serré, M. Gianni Caproni montre que le rendement du système ne peut concurrencer celui du moteur-hélice qu'à la condition de dépasser 1 000 km à l'heure. Mais, justement, une telle vitesse ne peut être pratiquement réalisée que dans l'air raréfié de

alors que l'avion moderne lésine tant qu'il peut sur le carburant à emporter, la fusée exige qu'en sus du carburant, on emporte aussi le comburant !

la stratosphère, si l'on veut conserver aux cellules les dimensions exigées par le trafic normal. Ainsi, *la propulsion par réaction ne peut se développer que dans le vol stratosphérique.*

D'autre part, *la différence des vitesses* de l'air d'entrée et des gaz de sortie, dont dépend le fonctionnement de la motomécanique, sera sensiblement plus élevée dans la stratosphère raréfiée qu'aux altitudes moyennes — pour une vitesse de translation supposée égale. Et c'est le second argument qui assure la prévision du triomphe de la propulsion réactive aux altitudes supérieures à 10 000 m.

Il s'agit maintenant d'attaquer la réalisation pratique. Nous avons donné les vues de Leduc et Breguet. Les tuyères envisagées disposeraient d'une telle variation instantanée de puissance que le démarrage au sol pourrait s'effectuer à la vitesse minimum de 500 km/h. Une fois atteint le régime de route, en altitude, la puissance est réduite de moitié.

M. Caproni a mis en construction un système plus complexe. Sa tuyère thermopropulsive comporte un léger *moteur auxiliaire actionnant un compresseur* dont la fonction est d'aider à la transformation initiale en *pression*, dans le divergent avant, de la *vitesse* de l'air entrant. Le motocompresseur Caproni sera donc installé à l'intérieur même de ce divergent. N'oublions pas que les dimensions de ce « tunnel aérodynamique » sont prévues telles que M. Leduc n'hésite pas à prévoir que, dans un avenir lointain, il contiendra la cabine du pilote qui se trouvera *réchauffée et suralimentée* d'air respirable, grâce à la compression réalisée par le divergent.

Les aviateurs de l'avenir le profileront certainement de manière à le faire concourir à la *sustentation*. Il constituera peut-être la quasi totalité de l'avion. Alors la *thermodynamique* et l'*aérodynamique* auront confondu leur fonction dans le vol ainsi conçu.

Conditions actuelles et possibilités de demain du vol en altitude ?

M. Caproni fait observer que la propulsion à réaction, technique suprême du vol stratosphérique, n'accroîtra pas le rayon d'action du voyage aérien. Elle permettra seulement de couvrir ce rayon d'action à des vitesses

triples ou quadruples des plus grandes vitesses actuelles.

Nous ajoutons que la technique de construction du système moteur se trouvera singulièrement simplifiée — et le prix du voyage non moins réduit par le peu de valeur du combustible, le mazout.

L'observation de M. Caproni coïncide d'ailleurs avec les calculs effectués par d'autres techniciens (W. C. Rockefeller et Norton-R. Moore) pour des avions à moteur et à hélice. Ces auteurs démontrent que la *finesse* aérodynamique des cellules intervient, c'est inévitable, pour fixer à 700 et 800 km/h la vitesse maximum des appareils normaux. Quelle que *soit leur conception*. L'altitude maximum du *voyage* ne saurait dépasser théoriquement 10 600 m pour ces avions.

Insistons encore une fois sur ceci, qu'il s'agit en l'espèce du voyage *utile* et non du record d'altitude, pour l'obtention duquel on sacrifie délibérément toutes les performances autres que la vitesse ascensionnelle — toutes, y compris la vitesse horizontale. Le « rayon d'action », dans ce cas, est réduit à zéro : on pourrait dire qu'il est « vertical ». Le calcul de tels avions a permis à M. Caproni de construire l'appareil avec lequel Donati a battu le record d'altitude en 1934. Les records ultérieurs, parmi lesquels les plus récents, ceux de l'Anglais Swain (15 000 m) et de l'Italien Pezzi (15 655 m), sont logés à la même enseigne : ils n'apporteront plus aucune lumière sur les conditions du voyage, qui demeurent les seules intéressantes, désormais.

En réalité, l'étude du vol stratosphérique doit s'effectuer en laboratoire, c'est-à-dire au moyen d'installations réalisant artificiellement l'atmosphère stratosphérique. En Italie, la maison Isotta-Fraschini possède l'une de ces installations pour l'essai des moteurs dans les conditions de haute altitude. Un circuit de soufflerie créé par l'ingénieur Crocco permet d'y étudier également d'une façon pratique l'aérodynamique des cellules en air raréfié.

Et nous retrouvons ainsi l'éternelle condition de la recherche humaine : elle se fait au laboratoire par des expériences lentes et coûteuses, non par l'imagination, même secourue par le calcul.

VICTOR JOUGLA.

UNE RÉVOLUTION EN MUSIQUE POLYPHONIQUE

Par Pierre KESZLER

Jusqu'à ces dernières années, seuls des procédés mécaniques pouvaient servir à la production des sons (instruments à percussion, à cordes ou à vent). On sait maintenant créer artificiellement de la musique en faisant appel à des courants alternatifs, c'est-à-dire des oscillations électroniques, engendrées soit mécaniquement (alternateurs à fréquence musicale), soit aussi par des oscillateurs à lampes, soit encore par des cellules photoélectriques et agissant sur un « moteur » de haut-parleur. La Science et la Vie a exposé au fur et à mesure de leur avènement les principes de ces nouveaux instruments (1, 2, 3), depuis ceux qui, comme le générateur d'ondes Martenot, peuvent se mêler aux instruments classiques de l'orchestre, jusqu'aux orgues électroniques ou radioélectriques qui prétendent à remplacer les classiques et monumentales orgues à tuyaux. Voici deux nouveaux venus en tous points remarquables dans ce domaine, l'orgue photoélectrique « Welte », réalisé en Allemagne, et l'orgue électromagnétique « Hammond », construit aux Etats-Unis. Ce dernier, en particulier, est capable de réaliser au gré de l'exécutant un nombre pratiquement illimité de combinaisons de timbres, permettant ainsi au musicien de « créer » vraiment les sons que lui suggère son inspiration musicale et non plus seulement de combiner les quelques timbres fixes de l'orchestre classique. C'est toute une révolution dans le domaine de la musique polyphonique qu'annoncent déjà les progrès constants de la synthèse sonore par des procédés purement électriques, réalisant ainsi une « symbiose » de la science et de l'art.

Les nouvelles orgues synthétiques

Deux instruments très perfectionnés viennent d'enrichir la gamme des orgues destinées à remplacer les volumineux et onéreux titans sonores, dont s'enorgueillissent les tribunes des cathédrales. Après l'orgue électronique Givélet-Coupleux (1), l'orgue photoélectrique Toulon (2), l'orgue radiosynthétique de l'abbé Puget (3), voici l'orgue photoélectrique Welte et l'orgue électromagnétique Hammond. Le premier est construit en Allemagne, le second aux Etats-Unis. Nous n'avons pu entendre encore l'orgue Welte, mais il nous fut donné d'écouter un récital donné sur l'orgue

Hammond. Il apparaît que ce dernier, malgré certaines imperfections dont nous expliquerons plus loin les causes, est susceptible, grâce à son prix relativement très bas, de supplanter dans bien des cas l'orgue classique à tuyaux.

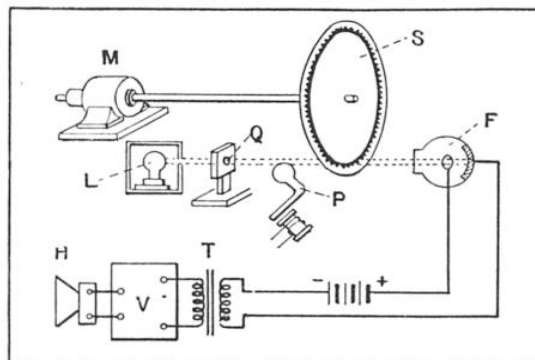


FIG. 1. — SCHÉMA DE PRINCIPE DE L'ORGUE PHOTOÉLECTRIQUE « WELTE »

Le moteur synchrone M entraîne le disque S qui porte les oscillogrammes enregistrés de la musique. La lampe L, dont le rayon est réduit à un fin pinceau par le dispositif optique Q, est masquée normalement par la palette P. Lorsqu'on enfonce la touche correspondant à l'oscillogramme cherché, la palette P s'efface, le rayon lumineux traverse la piste sonore et vient frapper la cellule F. La lumière modulée par la piste produit ainsi un courant modulé qui traverse le transformateur T, l'amplificateur V et attaque le haut-parleur H.

L'orgue photoélectrique « Welte »

L'orgue photoélectrique Welte dérive directement du principe appliqué dans l'horloge parlante de l'Observatoire de Paris. C'est-à-dire que des inscriptions photographiques analogues à celles d'un film parlant sont disposées concentriquement sur des disques de verre entraînés à vitesse constante par un moteur synchrone. D'un côté de chaque disque se trouve une source lumineuse pouvant être démasquée lorsqu'une touche est enfoncée sur le clavier et, de l'autre côté, une cellule photo-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 187, page 25.

(2) Voir n° 207, p. 196.

(3) Voir n° 207 p. 197.

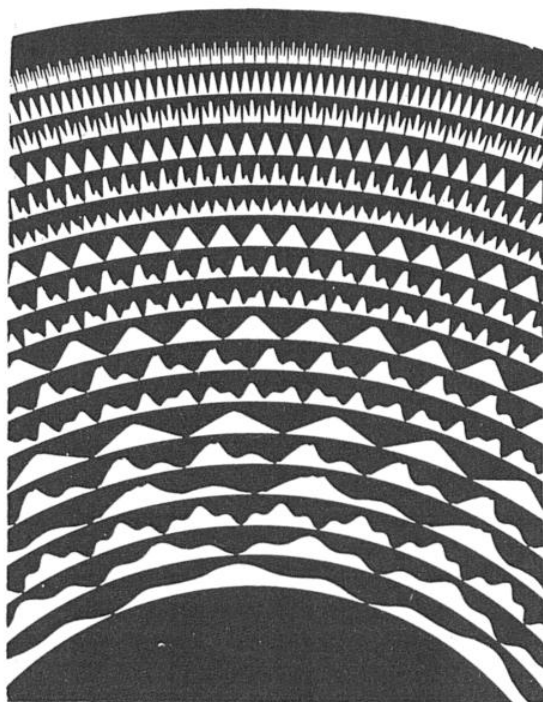


FIG. 2. — UN FRAGMENT DE DISQUE DE L'ORGUE « WELTE »

Voici les dix-huit pistes sonores élémentaires d'un disque de l'orgue photoélectrique. On remarque les formes différentes des inscriptions, selon le timbre de chaque jeu.

toélectrique « lit » la piste sonore et la traduit en courant modulé qui, après amplification, alimente un haut-parleur.

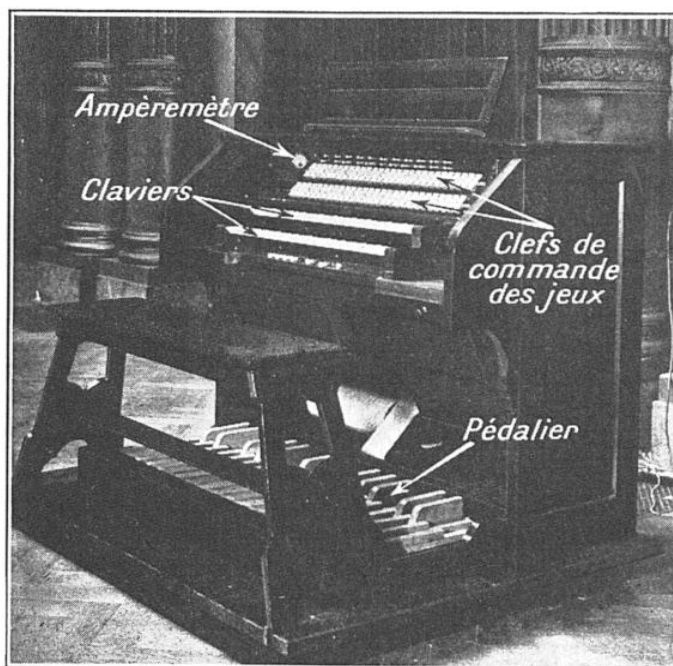
En principe, nous trouverons donc autant de pistes sonores qu'il y a de notes par « jeu », chaque touche enfoncée démasquant un nombre de sources lumineuses égal à celui des « jeux » enclenchés. Pratiquement, les choses sont tout ensemble plus simples et plus complexes. Plus simples en ce sens que, grâce au principe des mutations (1), il ne sera pas utile d'enregistrer autant de pistes sonores qu'il y a de tuyaux dans un orgue pneumatique ; plus complexes en ce sens que ce même principe des mutations fait appel à une synthèse sonore mi-

(1) En ajoutant des harmoniques convenables à un son fondamental, on modifie son timbre suivant le « jeu » désiré.

nutieuse qui entraîne des combinaisons de relais demandant, de la part du constructeur, une connaissance approfondie de l'analyse de chaque sonorité.

Chacun des disques de verre de l'orgue Welte comprend dix-huit pistes sonores, chacune de ces pistes ayant été reproduite d'après l'enregistrement d'un tuyau d'orgue, ou bien même tracée directement pour la création d'un son nouveau. Un élément de l'orgue comprend deux disques, quatre jeux de relais électromagnétiques qui commandent les volets masquant normalement les sources lumineuses, et deux cellules photoélectriques excitées sur leurs deux faces, car elles sont placées entre les deux disques ; ces cellules sont évidemment d'un type spécial.

Douze éléments, c'est-à-dire vingt-quatre disques, ou quatre cent trente-deux pistes, correspondent à un orgue de huit jeux, c'est-à-dire qu'il n'est pas fait appel à la synthèse des sons par leurs harmoniques, comme nous le verrons pour l'orgue Hammond, mais que, toutefois, certaines mutations sont effectuées, car un orgue pneumatique équivalent comporterait environ



(Photo Telefunken.)

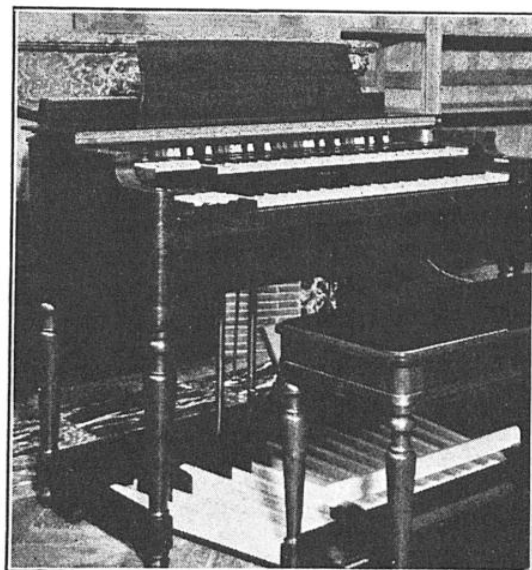
FIG. 3. — VUE D'ENSEMBLE DE LA CONSOLE DE L'ORGUE
Cette console est en tout point analogue à celle d'un orgue pneumatique à commande électrique. Au-dessus des claviers, deux rangées de clefs permettent de faire entrer en action les différents jeux de l'orgue obtenus en modifiant le timbre des sons fondamentaux par l'adjonction d'harmoniques convenables.

quatre cent quatre-vingts tuyaux. Une propriété intéressante de l'orgue Welte est d'être extensible. Rien n'empêche en effet de doubler, tripler, quintupler le nombre des éléments afin d'arriver à un orgue de seize, vingt-quatre, quarante jeux ou plus. Étant donné le soin avec lequel ont été enregistrés les sons originaux, il est probable que l'orgue Welte doit donner d'excellents résultats artistiques et qu'il ouvre la voie à des innovations intéressantes, puisqu'on peut très bien créer des sons entièrement neufs en dessinant des courbes ne s'apparentant à aucun des oscillogrammes connus.

Bien entendu, cet orgue ignore l'inertie des jeux graves, si regrettable dans l'orgue pneumatique, et permet l'expression totale, puisqu'il comporte un potentiomètre entre le préamplificateur commandé par les cellules photoélectriques et l'amplificateur de puissance auquel est relié le diffuseur.

L'orgue électromagnétique «Hammond»

L'orgue Hammond représente, au point de vue conception et réalisation, un véritable chef-d'œuvre de synthèse. C'est, dans



(Photo Duvivier.)

FIG. 5. — VUE D'ENSEMBLE DE L'ORGUE ÉLECTROMAGNÉTIQUE «HAMMOND»

Tout le mécanisme est contenu dans la console de jeu (voir fig. 7). Le coffret contenant les amplificateurs et les haut-parleurs est ici invisible.

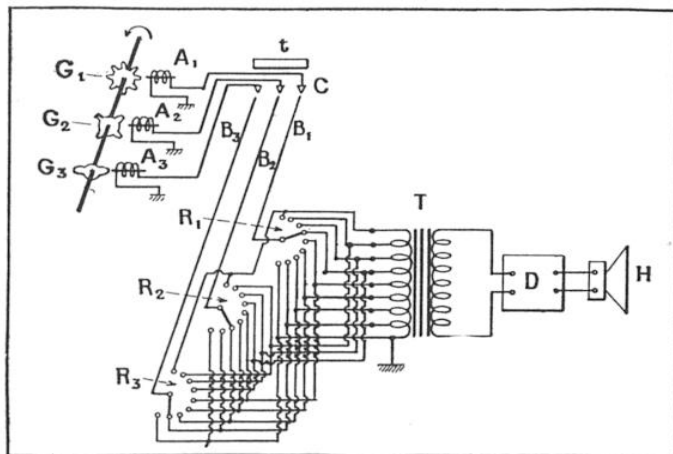


FIG. 4. — SCHÉMA DE PRINCIPE DE L'ORGUE «HAMMOND»

Pour simplifier la figure, nous avons réduit à trois fréquences seulement les composantes de chaque timbre au lieu de 9. En G_1 , G_2 , G_3 , trois roues dentées, de 8, 4 et 2 dents, entraînées par le même arbre. En A_1 , A_2 , A_3 , les barreaux aimantés entourés d'une bobine constituant les générateurs de sons. Des fils partent de ces alternateurs pour venir en contact avec les barres B_1 , B_2 , B_3 , lorsque la touche t est enfoncée. Ces barres peuvent être reliées à des combinaisons préparées d'avance ou bien aux tirettes R_1 , R_2 , R_3 , qui, selon leur position, branchent les barres sur l'une quelconque des neuf prises du primaire du transformateur T . A la sortie de ce transformateur les courants modulés sont amplifiés en D (où peut également entrer en action le dispositif de trémolo), puis attaquent le haut-parleur H .

l'ordre de la musique électrique polyphonique, l'instrument le plus ingénieux en même temps que le plus simple.

En effet, ici le nombre des jeux est illimité, et cependant, il n'y a dans l'instrument que quatre-vingt-onze générateurs de sons. C'est qu'en effet, à l'aide de ces quatre-vingt-onze fréquences de base, sont obtenus les cent vingt et un sons fondamentaux de la gamme tempérée et tous leurs harmoniques jusqu'à 12 000 périodes par seconde.

Voyons comment est obtenue cette multiplication des timbres.

Le principe d'utilisation des fréquences fournies par le générateur pose, d'après l'expérience, que n'importe quel timbre peut être reconstitué, pourvu que soit fournie sa fondamentale, ainsi que huit harmoniques soigneusement dosés en amplitude. Or, l'harmonique supérieur d'une fondamentale quelconque est aussi la fondamentale de la même note à l'octave supérieur. En faisant le tableau des fréquences fondamentales à créer pour obtenir les

cent vingt et un sons de la gamme tempérée, ainsi que leurs six harmoniques supérieurs, on s'aperçoit qu'effectivement le nombre des fréquences propres à créer n'excède pas ce nombre de 91. Quant aux harmoniques inférieurs, ils existent *ipso facto* puisqu'il n'en faut que deux et que ce sont, ou bien les deux notes portant le même nom aux deux octaves inférieurs, ou bien rien du tout ; pour le premier octave, par exemple, ces harmoniques seraient inaudibles, n'atteignant pas la fréquence de 16 périodes par seconde, seuil inférieur d'audibilité.

rangées de contacts. Ces barres conductrices sont connectées par ailleurs à un dispositif de tirettes qui ne sont en somme que des contacts à plots, prélevant une quantité plus ou moins importante de spires d'un transformateur à prises multiples. Il est donc bien évident que l'énergie modulée appliquée à une barre par l'enfoncement d'une touche se trouvera modifiée, dans le secondaire du transformateur, exactement en proportion du nombre de spires prélevées au primaire par les tirettes. Selon la position des tirettes correspondant à chaque

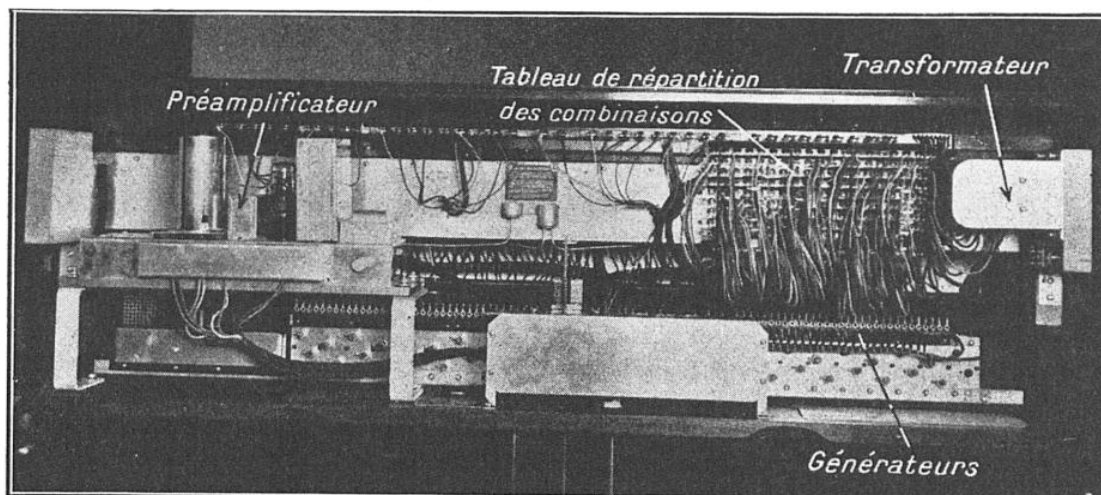


FIG. 6. — L'INTÉRIEUR DE L'ORGUE « HAMMOND »

(Photo DuVivier.)

Dans le long carter situé au bas de l'instrument se trouvent les 91 générateurs dont on aperçoit les cosses de sortie. Tout ce bloc est suspendu élastiquement et est entraîné par un moteur synchrone. A droite, le carter du transformateur à prises multiples et du dispositif de trémolo. A côté, le tableau de répartition des combinaisons préparées d'avance et toujours modifiables. En haut, on aperçoit les bornes de sortie des tirettes prélevant plus ou moins de spires sur le primaire du transformateur à prises multiples. A gauche, le préamplificateur, qui est relié par un câble à l'amplificateur de puissance.

Toute l'ingéniosité du système réside dans la façon dont sera réalisée automatiquement et avec une simplicité désarmante la composition synthétique des timbres cherchés.

Chaque touche porte, sous sa face inférieure, neuf contacts en argent. A chacun de ces neuf contacts aboutit un fil provenant d'un générateur choisi, selon la position du contact sous la touche, de telle sorte qu'il corresponde soit à la fondamentale, soit à l'un des six harmoniques supérieurs, soit à l'un des deux harmoniques inférieurs. De la sorte, sous le clavier sont alignés très rigoureusement tous les contacts représentant les fondamentales, les harmoniques 2, 3, etc... (fig. 4).

Neuf barres courent, parallèlement, tout au long du clavier, juste au-dessous des

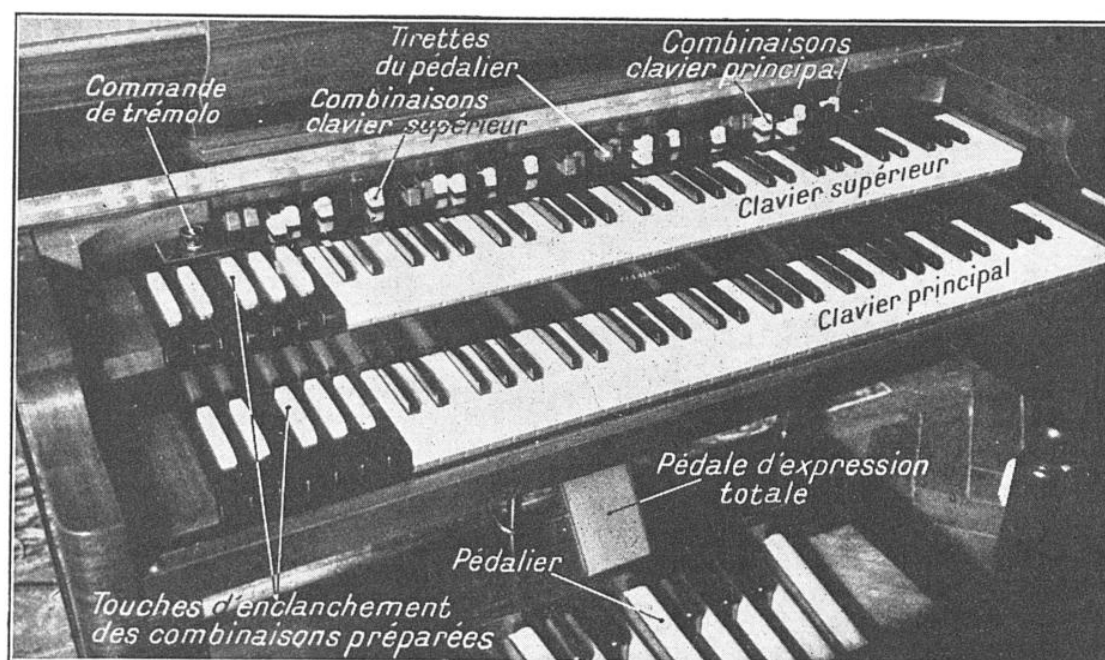
barres, le timbre engendré dans le secondaire du transformateur, c'est-à-dire dans le haut-parleur après amplification, aura les caractéristiques que l'on voudra, ou plus exactement qu'on reconstituera par synthèse, d'après une analyse préalable des timbres usuels de l'orgue. On voit qu'il était difficile de trouver procédé plus ingénieux et en même temps plus économique.

Les générateurs constituant l'âme de l'orgue Hammond sont, eux aussi, d'une extrême simplicité. Ce sont des roues dentées tournant devant des petits barreaux aimantés, eux-mêmes entourés d'une bobine. Un arbre, fractionné en douze portions animées de vitesses différentes, mais toutes tributaires du même moteur d'entraînement synchrone, porte quatre-vingt-onze roues

de 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 192 dents. Lorsque les dents passent devant l'extrémité du barreau aimanté, elles engendrent dans ce dernier une modification de son état magnétique, puisqu'elles sont en fer doux. Cette modification de l'état magnétique induit à son tour, dans la bobine, un courant alternatif dont la fréquence est déterminée par le nombre de dents passant par seconde devant l'extrémité du barreau aimanté.

trémolo, ainsi qu'un potentiomètre relié à la pédale d'expression. Un préamplificateur situé, comme les générateurs, dans la console même de l'orgue, commande un câble conduisant à l'amplificateur de puissance, qui est logé dans le même coffret que les diffuseurs.

Nouveauté vraiment originale, cet orgue est aisément transportable, ce qui permet à un artiste d'entreprendre sans diffi-



(Photo Duvivier.)

FIG. 7. — LES CLAVIERS DE L'ORGUE « HAMMOND »

A gauche de chacun des deux claviers se trouve un octave de couleur inversée. Ce ne sont pas là des touches de jeu, mais les clefs des combinaisons préparées. Le si sert à désenclencher les autres touches. Deux de ces dernières correspondent aux combinaisons libres que l'organiste compose lui-même en enfonçant plus ou moins les tirettes que l'on aperçoit alignées au-dessus du clavier supérieur. Le bouton placé à gauche des tirettes commande le trémolo. La pédale, au-dessus du pédalier à deux octaves, est reliée au potentiomètre d'expression totale.

Chacun des alternateurs ainsi formés est relié, selon sa fréquence, au contact représentant la fondamentale, les harmoniques 2, 3, etc., de chacune des touches, dont l'analyse sonore révèle la présence de cette fréquence.

Pour faciliter la tâche de l'organiste, un certain nombre de combinaisons synthétiques sont réalisées d'avance, à raison de neuf par clavier, au moyen d'un tableau répartiteur dont l'aspect rappelle celui d'un standard téléphonique.

Dans le circuit secondaire du transformateur à prises multiples est intercalé un dispositif introduisant, au gré de l'exécutant, le

culté une tournée avec son instrument.

Nous avons dit au début de cet article que, bien qu'excellent, cet instrument n'était cependant pas parfait. En effet, s'il apporte une infinie souplesse grâce à sa faculté d'opérer un nombre pratiquement illimité de combinaisons de timbres, il n'en reste pas moins que toutes les fréquences engendrées sont pures et rigoureusement justes. Or, dans l'orgue classique, comme dans la plupart des orgues nouvelles, il existe des jeux désaccordés par construction, tels que la *voix humaine* ou la *voix céleste*, dont le cortège d'harmoniques n'est pas uniquement composé de fréquences justes et dont

précisément l'élément désaccordé donne le caractère vivant si important au point de vue artistique. Pour le moment, l'orgue Hammond ne peut produire ces sonorités (1).

La musique synthétique pure

Il est remarquable que chaque progrès dans la technique instrumentale a été suivi presque aussitôt d'un élargissement de l'inspiration musicale des compositeurs. Dans ce domaine, comme dans d'autres, l'organe crée la fonction. Or, grâce à la synthèse sonore, il devient possible à l'inspiration de se manifester au prix d'un certain apprentissage. En effet, puisque nous savons enregistrer sur film tous les timbres connus, puis les reproduire grâce à la cellule photoélectrique, rien ne s'oppose qu'à l'enregistrement photographique nous substituions dans le lecteur de sons une bande créée de toutes pièces et au seul gré de notre inspiration. C'est ce qu'a réalisé le physicien allemand Pfaenninger, (2) en traçant des courbes sur une bande et en faisant défiler ensuite cette bande dans un lecteur approprié.

Ajoutons que ce procédé, applicable à la création de timbres nouveaux, a reçu, dans un domaine voisin, une autre application. Les éditeurs de disques, quel que soit le soin apporté à un enregistrement, ont parfois à déplorer un léger accident dans la cire-

mère. *A priori*, cet accident semble irrémédiable. Pourtant, des spécialistes, en étudiant avec un fort grossissement le sillon creusé par le graveur, parviennent à relever le dessin général du passage. Cette opération terminée, ils laissent tomber un peu de cire vierge à l'endroit accidenté ; puis, au burin, gravent un nouveau sillon reproduisant exactement ce qui aurait dû être enregistré. Dans d'autres cas, il suffit de redresser le bord d'un sillon, bousculé par le sillon voisin, ou d'atténuer un écart un peu vif du chemin de l'aiguille (1).

La transposition des octaves

Lorsqu'il s'agit de musique reproduite, film ou disque, il est possible, en partant de la musique exécutée par les instruments classiques, de créer des timbres nouveaux, plus parfaits que les timbres réels, plus agréables aussi, par le procédé de la transposition artificielle.

C'est un autre Russe, M. Yankowski, qui, le premier, eut l'idée de cette transposition. Il avait remarqué que, dans certains instruments, le timbre, particulièrement riche dans une certaine tessiture, devenait quelconque, voire désagréable dans d'autres. Il est incontestable, par exemple, que l'aigu du piano est infiniment plus sec que le médium ou le grave. Par contre, la légèreté du violon sur la chanterelle ne persiste pas sur les autres cordes. Par le truchement de l'enregistrement, il devient possible de transposer d'une octave dans l'autre un passage exécuté dans la tessiture la plus agréable d'un instrument. Supposons que nous voulions obtenir le la_5 du piano, déjà aigu, moins agréable que le la_3 de 435 périodes : nous enregistrons le passage en prenant pour base l'octave du la_3 , mais, à la reproduction, nous ferons dérouler l'enregistrement dans le lecteur quatre fois plus vite qu'il n'a été enregistré. Si, à l'enregistrement, le mouvement a été ralenti quatre fois, il se retrouvera normal à la reproduction, mais les notes, riches de timbre, du la_3 deviendront le la_5 cherché.

Il y a, dans cette voie, beaucoup à chercher et à réaliser, car les possibilités artistiques ainsi offertes à l'inspiration sont considérables en combinant les procédés de synthèse sonore.

P. KESZLER.

(1) Il faut encore signaler, dans le domaine de la synthèse des sons, les « machines à parler » qui peuvent permettre aux muets de se faire comprendre autrement que par signes. Il en est de deux sortes. La première, qui se présente comme une machine à écrire, a été conçue par un inventeur canadien, M. Brodeur. Elle comporte un clavier de quarante touches sur lesquelles sont gravées, non pas les lettres de l'alphabet, mais des groupes de lettres figurant les syllabes élémentaires réduites au nombre de celles dont se contente l'écriture sténographique, d'où le nom de l'appareil : *sténophone*. Lorsqu'une touche est enfoncée, elle démasque, comme dans l'orgue Welte ci-dessus, une source lumineuse qui excite une cellule photoélectrique après passage du rayon lumineux au travers d'une piste sonore reproduisant l'enregistrement du son correspondant par une voix humaine. Un amplificateur et un haut-parleur traduisent en ondes sonores les courants modulés engendrés par l'instrument.

Un second procédé de synthèse a été étudié, notamment par les Italiens Gennelli et Pastori. Il s'agit d'une reconstitution électrique de la voix humaine toujours par le procédé du dosage des harmoniques. Le générateur n'est plus suivi, dans ce procédé, que de cinq filtres correspondant à la fondamentale émise et à quatre harmoniques supérieures. Le générateur est du type à lampes, ce qui permet de faire varier la fréquence fondamentale.

Ce procédé n'autorise que la création des voyelles, qu'on peut produire d'une absolue pureté.

La synthèse électrique des sons pourrait aider dans une large mesure les éducateurs de sourds-muets.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 191, page 387.

(1) Faut-il rappeler à ce propos le tour de force réalisé par une société d'édition qui parvint à séparer l'orchestre de la voix dans un enregistrement d'orchestre enregistré électriquement. Ces disques « reconstitués » ont reçu l'approbation des critiques les plus sévères, ce qui constitue un bel éloge pour les techniciens qui les ont réalisés.

LA TORPILLE D'AVION AURA-T-ELLE RAISON DU CUIRASSÉ ?

Par Camille ROUGERON

INGÉNIEUR EN CHEF DU GÉNIE MARITIME

Les deux armes offensives dont dispose l'avion pour attaquer les bâtiments de surface sont la bombe et la torpille. L'ingénieur en chef du génie maritime Rougeron a étudié récemment, ici même (1), le degré de résistance qu'offre la protection des grandes unités cuirassées modernes aux bombes d'avion et montré à ce propos que de tels engins — même de masse réduite — suffiraient pour provoquer des avaries graves et parfois « mortelles » pour le cuirassé (réduction du rayon d'action, de la vitesse, de la flottabilité, de la stabilité). En ce qui concerne, d'autre part, la protection sous-marine des bâtiments de ligne, son efficacité est incontestable contre les torpilles modernes de fort tonnage (1 800 kg) telles que les lancent aujourd'hui les bâtiments de surface (torpilleurs). Mais il en serait tout différemment pour les torpilles à faible charge que pourrait emporter aisément le bombardier aérien, léger et rapide; elles ne pourraient évidemment perforer la « cloison résistante » de la coque au-dessous de la flottaison, mais suffiraient à provoquer l'envahissement par l'eau du « caisson de protection ». Lancées en salve, ces torpilles légères entraîneraient le plus souvent la perte du bâtiment cuirassé par manque de flottabilité ou de stabilité, ou feraient au moins tomber sa vitesse par les brèches qu'elles ouvriraient dans la tôle légère de sa coque. Quant à la perforation de la cloison de protection elle-même, la torpille-fusée légère, à trajectoire mi-aérienne, mi-sous-marine, ou même entièrement à la surface de l'eau, serait capable de la réaliser dans des conditions qui rendraient illusoires les systèmes de protection (compartimentage) les plus perfectionnés existant actuellement. La torpille, comme la bombe, vient donc à bout de la cuirasse, et l'avion bombardier léger apparaît aujourd'hui, de ce fait, comme l'ennemi le plus redoutable parmi les adversaires du navire de ligne.

La torpille

« Pénétré de ce sentiment, j'ai considéré les marines militaires comme une survivance d'anciennes habitudes guerrières, comme une maladie politique à laquelle on n'a pas trouvé jusqu'ici de remède efficace, et je suis convaincu que les torpilles sont le vrai spécifique pour la guérison radicale de ce mal. » Le livre qui contenait ces lignes s'intitulait : « De la machine infernale maritime ou de la tactique offensive et défensive de la torpille ». L'auteur, Robert Fulton, membre de la « Société militaire et philosophique de l'Amérique », qui le publiait en 1812, est surtout connu pour avoir présenté sans succès, quelques années plus tôt, aux marines française et anglaise, la torpille et le sous-marin, qui furent jugés moyens trop révolutionnaires de destruction du matériel naval en service. Mais avec l'éclectisme de tout véritable inventeur — et le génie de celui-ci ne saurait être contesté, — Fulton ne s'intéressait pas moins aux moyens de perfectionner le navire qu'aux moyens de le

détruire. L'hélice, la cuirasse, le « bateau-canon » étaient quelques-uns de ces perfectionnements; comme la torpille et le sous-marin, ils venaient cinquante ans trop tôt.

Quelques années plus tard, le général Paixhans essayait avec succès à Paris la première torpille marine à propulsion par fusée; c'était cette fois plus d'un siècle trop tôt, les marines ne s'étant pas encore décidées en 1937 à admettre le seul moyen de propulsion capable d'imprimer à la torpille la vitesse suffisante pour en faire une arme réellement efficace.

Nous n'exposerons pas le long martyrologe de ces inventeurs qui, au cours du siècle dernier, essayèrent de convaincre toutes les marines, avec d'autant moins de succès qu'elles étaient plus anciennes et plus puissantes, que quelques kilos de poudre qu'on ferait éclater contre le bordé de carène sous la flottaison auraient plus d'effet que quelques tonnes de ferraille arrosant les œuvres mortes. Il cessa avec l'inventeur anglais Whitehead (1823-1905), dont la torpille à propulsion par l'air comprimé, sous une forme à peine différente de la

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 238, page 265.

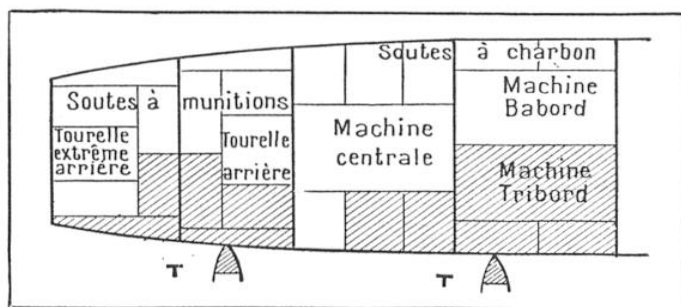


FIG. 1. — COUPE HORIZONTALE SCHÉMATIQUE SOUS LA FLOT- TAISON D'UN CUIRASSÉ ANCIEN A TROIS LIGNES D'ARBRES

La zone hachurée représente l'envahissement de l'eau dans le cloisonnement sous l'atteinte de deux torpilles à faible charge T telles qu'on les employait en 1914. Le cloisonnement limitait l'envahissement de l'eau ; mais, le limitant sur un bord, risquait de provoquer le chavirement.

torpille actuelle, obligea enfin les marines à reconnaître qu'une arme nouvelle était née.

La protection contre la torpille avant l'avion

Le grand navire était parvenu, au moyen de la cuirasse, à se défendre efficacement contre le projectile d'artillerie. Les marines se devaient d'essayer quelque moyen de le défendre contre la torpille. Les propositions de blindage sous-marin, de bourrages plus ou moins amortisseurs, de cloisonnements plus ou moins serrés, se succédèrent. Une expérimentation sommaire suffit en général à en montrer rapidement l'insuffisance. Rares étaient les marines qui pouvaient se vanter, avant 1914, d'avoir trouvé un moyen de protection efficace du grand navire contre la torpille. Citons cependant la marine anglaise, dont le directeur des constructions navales croyait pouvoir déclarer, quelques années auparavant, au cours d'une réunion

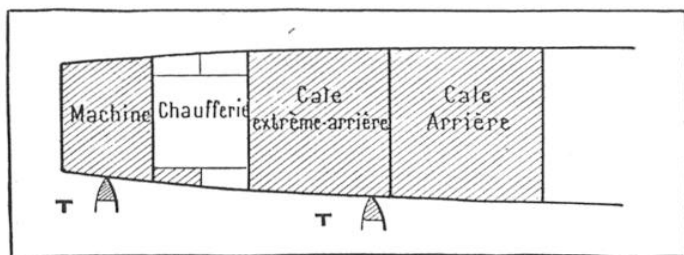


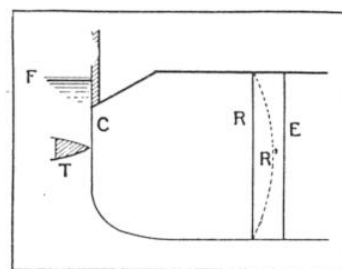
FIG. 2. — COUPE HORIZONTALE SCHÉMATIQUE SOUS LA FLOT- TAISON D'UN CARGO A MACHINE ARRIÈRE

La zone hachurée représente l'envahissement sous l'atteinte de deux torpilles T. Le volume d'eau embarqué est plus grand que dans la figure 1, mais le navire s'enfonce symétriquement, risque moins de chavirer et peut parfois être sauvé.

de l'« Institution of naval architects » que, grâce à un cloisonnement particulièrement serré des fonds, les navires construits par son service n'avaient plus grand-chose à craindre de cet engin.

L'affirmation pouvait paraître osée aux marines qui avaient étudié la question, et la marine française était de celles-là qui avaient vingt ans plus tôt reconnu l'inefficacité du cloisonnement serré pour se protéger des explosions sous-marines. L'expérience de la guerre en apporta la vérification, aussi éclatante qu'on pouvait le désirer. Les na-

FIG. 3. — COUPE TRANSVERSALE SCHÉMATIQUE D'UN CAISSON DE PROTECTION SOUS-MARINE DU TYPE AL- LEMAND



La torpille T éclate au contact du bordé de carène C, qui n'a aucun effet amortisseur et peut être réduit à l'épaisseur strictement nécessaire à ses autres fonctions. La cloison résistante longitudinale R, placée aussi loin que possible de ce bordé, travaille à l'extension entre ses attaches, charpente des fonds et pont blindé inférieur, et absorbe les effets de l'explosion en se gonflant de R en R'. On complète avantageusement la protection par une cloison légère d'étanchéité E, qui évite l'envahissement des tranches protégées par l'eau ayant franchi la cloison résistante.

vires anglais ainsi protégés coulaient plus facilement que des cargos sans aucune protection, qu'on parvenait fréquemment à ramener au port après qu'ils avaient encaissé une ou deux torpilles.

C'est que la protection est une science difficile, où l'abstention est souvent préférable à une étude incomplète. En l'espèce, le cloisonnement serré limitait bien un peu l'envahissement de l'eau, mais il le limitait à une tranche en abord où cet envahissement provoquait le chavirement (fig. 1). Au contraire, sur les navires de commerce qui n'avaient pour toute protection que leur cloisonnement transversal à grand espacement (fig. 2), les rentrées

d'eau étaient beaucoup plus importantes. Le navire s'enfonçait, ce que sa réserve de flottabilité lui permettait de faire sans grand inconvénient. Mais il s'enfonçait droit, sans chavirer.

Seule, la marine allemande était parvenue avant 1914 à une solution satisfaisante du problème de la protection sous-marine, au moyen d'une cloison résistante longitudinale. La solution avait été préconisée vers 1900 par Bertin. Elle fut employée pour la première fois sur le *Cesarevitch*, cuirassé construit en France pour le compte de la marine

tection le volume indispensable à son efficacité. Simultanément, la stabilité des navires protégés était augmentée de manière à pouvoir supporter l'envahissement du caisson de protection. Il en résultait un encombrement considérable des compartiments protégés, machines, chaufferies, soutes à munitions, spécialement sur les croiseurs de bataille. Mais le résultat fut remarquable. Sur la douzaine de navires ainsi protégés qui furent atteints, souvent même à plusieurs reprises, par des mines ou torpilles au cours de la guerre de 1914, aucun ne coula.

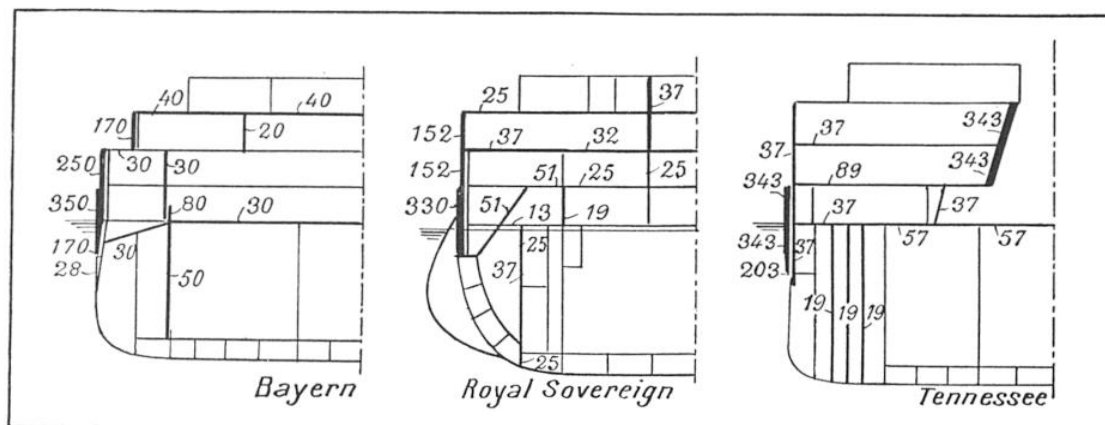


FIG. 4, 5 ET 6. — QUELQUES EXEMPLES DE PROTECTION SOUS-MARINE

A gauche : Le *Bayern* est le dernier type de cuirassé allemand achevé au cours de la guerre 1914-1918. Epaisseur de la cloison résistante du caisson pare-torpilles : 50 mm. — Au centre : Le *Royal Sovereign* est le dernier type de cuirassé anglais achevé au cours de la guerre 1914-1918. Le caisson pare-torpilles a été établi après construction ; il comprend le soufflage qui s'attache à mi-hauteur de la cuirasse épaisse de ceinture, et le renforcement à 37 mm d'une cloison longitudinale. — A droite : Le *Tennessee* donne un exemple de protection sous-marine utilisée dans la flotte américaine où la cloison résistante est divisée en trois, de 19 mm chacune.

russe. Le succès du *Cesarevitch*, qui encaissa sans avaries graves une torpille au cours de la guerre russo-japonaise (à vrai dire en dehors du caisson protégé), attira l'attention sur ce système de protection. Il fut reproduit en France sur nos six cuirassés type *Danton*, mais avec une distance entre cloison résistante et bordé de carène qui rendait illusoire la protection escomptée, même contre les faibles charges des torpilles de l'époque. La perte du *Danton* par torpillage au cours de la guerre le confirma ; mais l'expérience faite après construction de ces cuirassés ne laissait déjà aucun doute sur la valeur de leur protection, et la marine française, moins confiante que la marine anglaise, abandonna sur les cuirassés suivants toute tentative de protection contre la torpille.

La marine allemande appliqua le principe en consentant à donner au caisson de pro-

La protection contre la torpille depuis l'entrée en scène de l'avion

Sauf sur les tout derniers navires de ligne mis en chantier, la protection contre la bombe d'avion n'a pas été jugée mériter un effort spécial, distinct de celui qu'on accordait à la protection contre l'artillerie. *A fortiori* ne s'est-on pas inquiété d'organiser la protection contre les explosions sous-marines en vue de résister à la torpille d'avion. Pouvait-on craindre qu'après avoir protégé le navire de ligne contre les torpilles de 1 800 kg des torpilleurs de surface, il eût à redouter les engins beaucoup moins puissants que pouvait lui lancer l'avion ?

Aussi toute l'histoire de la protection sous-marine au cours de la guerre de 1914 et depuis se ramène-t-elle à une transposi-

tion de la classique « lutte entre le canon et la cuirasse », où l'on voit croître simultanément la charge des torpilles et la résistance des caissons de protection.

Deux marines essayèrent, entre 1914 et 1918, une protection basée sur des principes différents de la protection allemande. La marine américaine remplaça la cloison résistante unique par trois cloisons parallèles (fig. 6) sans réaliser un gain de résistance. La marine anglaise entreprit d'utiliser comme bourrage amortisseur entre le bordé de carène et la cloison résistante un empilage de tubes, solution qui se révéla beaucoup plus lourde qu'un simple renforcement de la cloison résistante.

Ces tentatives ne suscitèrent pas d'imitateurs ; la cloison résistante unique, ou doublée d'une cloison légère d'étanchéité, remplaçait avantageusement les dispositions plus compliquées. L'augmentation de largeur des navires de ligne que permettait l'accroissement de tonnage et qu'exigeait l'accroissement de stabilité, la compacité des appareils propulsifs modernes permirent l'élargissement du caisson de protection au degré désirable pour la protection contre des torpilles de charge très supérieure à celles qui furent employées au cours de la guerre de 1914.

On doit considérer qu'actuellement la protection contre les plus puissantes torpilles en service dépasse en efficacité la protection obtenue par l'emploi de la cuirasse de ceinture ou des ponts blindés contre les gros projectiles d'artillerie. Après avoir renoncé en 1914 à en doter des cuirassés de 25 000 à 30 000 tonnes, on parvient à protéger très correctement aujourd'hui contre la torpille des croiseurs légers qui, par leur déplacement et leur longueur, sont bien un des types de bâtiments qui se prêtent le moins à ce genre de protection.

La torpille d'avion légère

Il serait bien aventuré d'affirmer que cette situation se maintiendra. Elle est due surtout à l'absence d'imagination qui a présidé jusqu'ici au développement de la torpille lancée par les navires de surface dont on s'est borné à accroître le poids à mesure qu'augmentaient les difficultés de lancement et la résistance du caisson de protection.

En tout cas, la torpille d'avion peut être assez différente, comme conception et emploi, de la torpille lancée par le bâtiment de surface pour mettre en défaut la protection établie pour résister à celle-ci.

La multiplication des atteintes dont cha-

cune est insuffisante à mettre le navire en danger, mais dont l'ensemble suffit à le couler, est le plus simple des procédés que puisse employer l'avion.

Multiplier les atteintes de projectiles légers ne sert de rien contre une protection genre cuirasse. Le projectile qui ne perce pas est à peu près inefficace. Le bombardier essaierait en vain de couler un navire dont ses bombes ne pourraient perforent le pont blindé, même en multipliant les impacts, si les bombes n'avaient l'heureuse propriété d'agir aussi bien par voie d'explosion sous-marine que par impact direct. Mais la protection sous-marine, telle qu'elle est réalisée, et d'une manière générale tout système de protection basé sur le principe du cloisonnement, ne résiste pas à la multiplication des coups.

En cherchant à protéger le navire par une cloison résistante contre la plus grosse des torpilles en service, on a complètement oublié de s'inquiéter des pertes de flottabilité ou de stabilité par atteintes multiples de torpilles légères. La cloison résistante ne sera pas enfoncée par les 350 kg de tolite d'un cône de charge éclatant à quelques mètres de distance. Mais le caisson de protection sera envahi par l'eau dès que la charge unitaire des torpilles atteindra une vingtaine de kilos. Pourquoi donc s'obstiner à attaquer une cloison qu'on ne parviendra pas à enfoncer, alors que la même quantité totale d'explosif répartie sur la longueur du navire provoquera l'envahissement de tout le caisson de protection ? Dès que l'on admet que la distance à laquelle une charge produit un effet donné varie comme la racine carrée de cette charge, leur multiplication est de règle pour détruire avec un poids d'explosif donné la longueur maximum du caisson de protection.

Il est bien tentant de profiter des facilités d'emménagement que permet la compacité des appareils propulsifs actuels pour renforcer l'efficacité de la protection sous-marine par augmentation de la largeur du caisson. Mais la solution est très dangereuse si la torpille renonce à attaquer de front la cloison résistante. Le volume compris entre les cloisons résistantes et le pont blindé inférieur ne suffit plus alors, et n'a jamais suffi d'ailleurs, à soutenir à flot un navire dont les compartiments non protégés seraient envahis. En augmentant par ce procédé l'efficacité de la protection contre la torpille à forte charge, on accentue son inefficacité contre la torpille d'avion à faible charge.

On doit remarquer que le procédé est

inapplicable à la torpille lancée par le bâtiment de surface. Le tonnage élevé de ces torpilles tient beaucoup plus aux difficultés du lancement à faible distance qu'à l'augmentation nécessaire de leur charge d'explosif. L'artillerie de défense et la présence de contre-torpilleurs imposent au torpilleur le lancement à grande distance. Pour franchir 10 ou 15 kilomètres à la vitesse nécessaire pour qu'une arme ait des chances d'atteinte acceptables, il faut une torpille de gros tonnage. Mais l'avion est beaucoup moins exposé au feu de la défense que le torpilleur de surface ; la surprise lui est beaucoup plus facile ; de nuit, ou mieux à la tombée du jour, il peut approcher du navire avec de très faibles risques d'être atteint par les armes de la défense. Il est le seul engin lance-torpilles qui puisse profiter des avantages de la torpille légère.

Le grand navire est, ou peut être, parfaitement protégé contre la torpille de 1 800 kg. Avec les torpilles de 800 kg que l'avion s'est mis à emporter en essayant d'imiter le torpilleur de surface, l'impuissance de l'attaque est plus grande encore ; l'insuffisance de la torpille contre la protection qu'on lui oppose s'accroît, et les sujétions que le transport de tels engins impose à l'avion le placent en situation fâcheuse. Mais avec la torpille de 80 kg, l'avion redevient au contraire tout puissant ; il retrouve les performances dont sont capables les meilleurs bombardiers légers ; le navire est incapable de résister à une salve d'une demi-douzaine de ces engins.

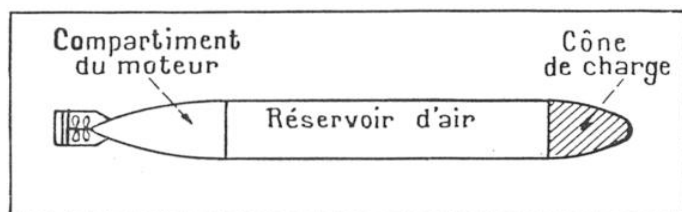


FIG. 7. — TORPILLE A PROPULSION PAR AIR COMPRIMÉ
Les moteurs des torpilles récentes font plusieurs centaines de chevaux, et sont les plus légers de tous les types de moteurs (moins de 0,3 kg par ch). La charge d'explosif est voisine de 300 kg sur les derniers modèles. Le poids total atteint 1 800 kg sur les grandes torpilles « distance » de 533 à 550 mm de diamètre. Il est représenté, pour la plus grande partie, par le réservoir qui emmagasine l'air sous une pression de 250 à 300 kg/cm².

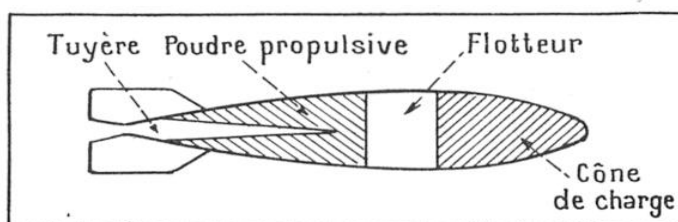


FIG. 8. — SCHÉMA D'UNE TORPILLE A PROPULSION PAR FUSÉE

La figure représente une torpille de surface, sans moyens de direction. Elle doit différer de la torpille classique par sa forme. L'allongement exagéré et la forme cylindrique de cette dernière sont très défavorables à la vitesse. La chambre à poudre est en tôle mince, choisie d'après la seule condition de résistance au choc. On réduit ainsi le rendement thermique de la fusée, mais on peut emporter un poids de poudre supérieur. De plus, on réalise ainsi sans complication un fonctionnement de longue durée (5 à 10 secondes) de la fusée. Voici quelles pourraient être les caractéristiques d'une torpille-fusée de 100 kg, capable de donner une trajectoire de surface de 1 000 m : charge d'explosif, 40 kg ; charge de poudre, 25 kg ; poids du corps de torpille, 35 kg ; calibre, 350 mm ; allongement, 5 ; épaisseur de corps, 2,5 mm ; pression de fonctionnement, 60 kg.

La torpille perforante

La perforation du caisson de protection, suivie de l'explosion de la torpille au delà de la cloison résistante si la perforation est totale, ou contre cette cloison si elle n'est que partielle, est un deuxième procédé pour annuler l'efficacité du caisson de protection, même avec des torpilles légères.

Le plus puissant des moyens pour donner à la torpille la vitesse suffisante à la perforation est la substitution de la fusée à l'air comprimé pour sa propulsion.

En compétition avec des moteurs qui brûlent 250 g d'essence au ch.h, la fusée est un moteur gravement handicapé par sa consommation, surtout aux faibles vitesses. Mais les moteurs de torpilles n'ont pas la sobriété des moteurs à explosion. La torpille doit emporter combustible et comburant. Elle consomme près de 6 kg d'air comprimé par ch.h, soit près de 25 kg si l'on tient compte du poids du réservoir. C'est une consommation cent fois plus forte que celle du moteur à essence. Si faible que soit le rendement de la fusée, elle est capable de concurrencer des moteurs aussi peu économiques.

Si on limite la trajectoire sous-marine de la torpille à quelques centaines de mètres, on peut atteindre facilement, avec un poids

de poudre de propulsion de 25 % du poids total, des vitesses de 50 à 100 m/s, deux à quatre fois plus élevées que celles des torpilles à air comprimé les plus rapides. Or, c'est un genre de lancement qui convient très bien à l'avion. Avec les vitesses de piqué qu'atteignent aujourd'hui les bombardiers rapides, les torpilles lancées à la fin d'une « ressource » auront une trajectoire aérienne de longueur suffisante pour venir prendre contact avec la mer au voisinage du navire, même si elles sont lancées à 1 500 ou 2 000 m de distance.

On arrive ainsi à une conception de la torpille entièrement différente de la conception classique. Ce sera un engin qui terminera sa trajectoire dans l'eau, mais après avoir exécuté la plus grande partie du parcours dans l'air. L'explosion sous-marine est bien un puissant moyen d'action contre tout ce qui flotte. La mine, la torpille portée, la grenade sont ou furent des armes parfaitement adaptées à la destruction du navire. Mais l'eau ne se prête pas au parcours à grande vitesse de telles armes. Huit cents fois plus résistante que l'air à vitesse égale, elle leur oppose un obstacle dont les mécaniques les plus poussées ne viendront jamais à bout, lorsqu'il s'agira de le franchir sur quelques kilomètres, à la vitesse nécessaire pour qu'une arme ait des chances d'atteinte acceptables.

La spécialisation de la protection sous-marine en vue de résister le mieux possible à un type bien défini de torpille a même fait admettre des solutions qui présentent les plus graves dangers dès qu'on substitue à la torpille classique des engins différents,

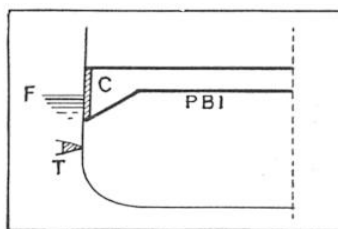


FIG. 9. — COUPE AU MAITRE-COUPLE D'UN CUIRASSÉ SANS PROTECTION SOUS-MARINE. La torpille explosant en T, sous l'effet de bourrage de l'eau, produit des dégâts graves à l'intérieur du navire et peut disloquer la cuirasse de ceinture C et le pont blindé inférieur PBI. Une torpille à faible charge, atteignant la flottaison, ne fera aucun dégât, tout comme un obus éclatant sur la ceinture sans la perforer.

si sommaires soient-ils. La résistance au choc sur l'eau et la prise d'immersion d'une torpille-fusée à trajectoire mi-aérienne, mi-sous-marine présentent quelques difficultés, pas très graves d'ailleurs. Mais on peut simplifier l'engin et renoncer à la trajectoire sous-marine, au dispositif de direction même, en lui donnant une densité légèrement inférieure à l'unité. On aura alors (fig. 8) une torpille à trajectoire de surface sur quelques centaines de mètres, qui n'aurait eu qu'un effet négligeable contre un cuirassé d'avant 1914 sans protection sous-marine (fig. 9). Contre les types les plus récents de cuirassés en service : *Nelson*,

Deutschland, de telles torpilles, si légères soient-elles, auront des effets graves (fig. 10 et 11). Elles ouvriront de larges brèches dans la tôle légère qui recouvre la cuirasse à la flottaison, brèches qui feront tomber la vitesse ; elles suffiront à l'envahissement du caisson de protection.

On tient ici un des exemples les plus nets de l'inutilité et même du danger d'une protection mal étudiée, parce que trop bien adaptée à l'arme spéciale en vue de laquelle elle a été conçue. Si les constructeurs du *Nelson* et du *Deutschland* ont cru utile de recouvrir la cuirasse de ceinture

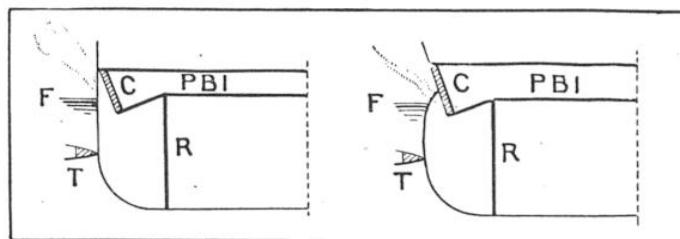


FIG. 10 ET 11. — COUPE AU MAITRE-COUPLE DE CUIRASSÉS A PROTECTION SOUS-MARINE MODERNE

La figure 10 représente une protection genre Nelson ; la figure 11 une protection genre Deutschland. Les dégâts d'une torpille explosant en T sur les divers cuirassements (cuirasse de ceinture C, pont blindé inférieur PBI, cloison pare-torpilles R) seront réduits, les gaz pouvant s'échapper entre la flottaison et la cuirasse de ceinture en faisant sauter le bordé de carène en tôle mince. Mais une torpille à faible charge, arrivant en surface et explosant au contact de la cuirasse de ceinture, provoquera l'envahissement du caisson de protection.

ture d'une tôle légère, c'est après des expériences qui leur ont montré l'intérêt de cet exutoire aux gaz de l'explosion qui risquaient de disloquer les cuirassements (fig. 10 et 11). Mais, attaqué par une torpille de surface, l'exutoire fonctionne en sens inverse et sert à envahir le bâtiment qu'il devait protéger.

Lorsque, voici plus d'un siècle, Paixhans présenta la première torpille de surface

propulsée par fusée, on l'eût bien étonné en lui annonçant que, cinquante ans plus tard, un mécanicien de génie parviendrait à introduire dans cet engin un moteur aussi puissant que ceux des premiers avisos, et lui donnerait une trajectoire sous-marine qui permettrait une utilisation bien meilleure de la charge d'explosif. Mais le temps est la suprême ressource des inventeurs méconnus ; lancée d'un avion à 2 000 m de distance, la torpille de Paixhans viendra aujourd'hui à bout de navires qui ne craignent plus rien de la torpille Whitehead de 1 800 kg.

gures qui veulent bien reconnaître que le navire d'hier n'est plus protégé contre les armes et les procédés d'attaque de l'avion d'aujourd'hui, mais qui nous annoncent gravement qu'après les quelques perfectionnements qu'on va lui apporter le navire de demain n'aura plus rien à en craindre ? Leurs prédécesseurs en disaient autant du *Nelson* il y a dix ans, et pareillement le constructeur naval anglais qui était satisfait du cloisonnement serré des cuirassés de 1910.

Cette attitude est particulièrement surprenante chez des marins pour qui l'histoire est la suprême règle de conduite. Ils

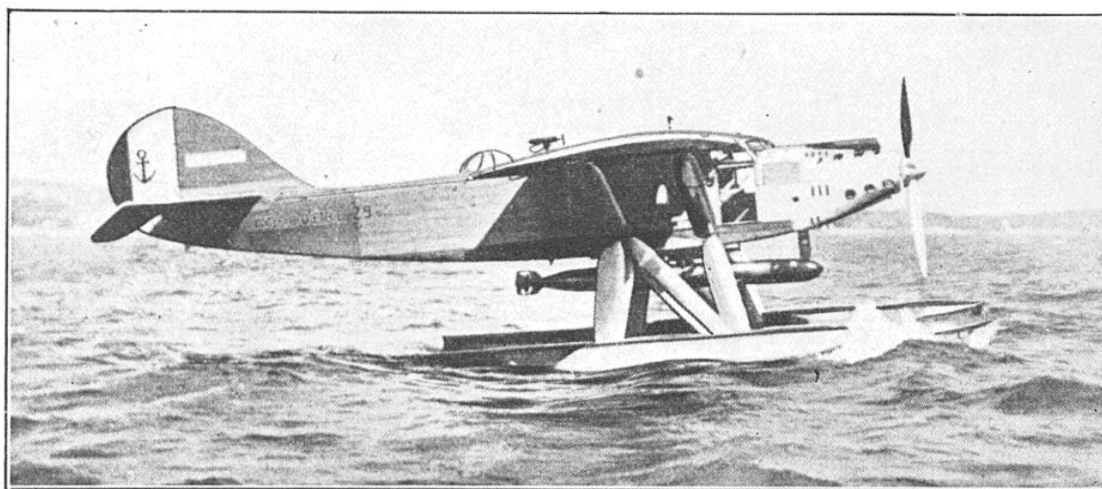


FIG. 12. — L'HYDRAVION TORPILLEUR FRANÇAIS « LATÉCOÈRE 29-0 » (650 CH, VITESSE MAXIMUM AU NIVEAU DE LA MER 230 KM/H, PEUT EMPORTER UNE TORPILLE DE 450 MM

La résistance du cuirassé à la torpille d'avion

Ne soyons pas trop sévères pour les constructeurs qui ont tracé les plans de la protection sous-marine du *Nelson* et du *Deutschland*. Ils ont cru faire leur métier en gagnant 10 % sur le poids ou l'encombrement de leur caisson de protection. S'ils avaient employé quelque autre manière d'arriver au même résultat, soyons persuadés qu'il ne serait pas plus difficile d'organiser la torpille en vue de tourner cette autre parade.

Il vaut mieux réserver sa sévérité pour les constructeurs de torpilles qui, pendant soixante ans, auront dépensé toute leur science en menus perfectionnements de l'engin que leur avait légué Whitehead, en se gardant bien de toucher au principe, et toute leur dialectique à prouver qu'ils en détenaient la forme unique et définitive.

Mais que dire alors des déclarations d'au-

ont extrait de l'histoire les lois de l'évolution des matériels militaires, quelques-unes d'entre elles du moins. Ils savent qu'à tous les progrès de la protection l'attaque a pu opposer une arme nouvelle qui en vient à bout. Mais ils espèrent que, dans le cas particulier de l'avion, cette règle tombera en défaut. Ils croient que la protection du navire qu'on va dessiner aujourd'hui pour résister à l'état présent de la bombe et de la torpille aura quelque valeur contre les types de bombes ou de torpilles qu'elle recevra dans quinze ou vingt ans. Cette « durée » du navire que certains croient pouvoir porter à l'actif du matériel naval en l'opposant au renouvellement incessant du matériel aérien, démodé sitôt que construit, en est le plus grand facteur de faiblesse. Le marin devra se rendre compte qu'en présence de l'avion, le navire sera démodé encore plus vite, avant même d'être en service.

C. ROUGERON.

« INFLUX NERVEUX » ET RADIOÉLECTRICITÉ

Par Jean LABADIÉ

Une observation fortuite et bien connue de Galvani (sur les contractions des cuisses de grenouilles), en 1788, est à l'origine de nos connaissances sur le fonctionnement du système nerveux et la nature des phénomènes d'ordre électrique qui se propagent, avec une vitesse allant de quelques mètres à quelques centaines de mètres par seconde, le long des fibres nerveuses motrices ou sensorielles. Seul, l'emploi de la lampe triode, pour l'amplification de ces courants infimes, et de l'oscillographe cathodique, pour leur enregistrement photographique, a permis d'analyser le diagramme de propagation d'un « influx nerveux » — tel est le nom donné à cette impulsion, grâce à laquelle le nerf commande aux muscles. M. Monnier, maître de conférences au laboratoire de physiologie de la Faculté des Sciences de Paris, a ainsi révélé tout récemment l'étroite analogie qui relie, d'une part, le mouvement des trains d'ondes de la radiotélégraphie et, d'autre part, le déplacement le long d'un nerf des variations de potentiel produites en un point de sa surface par une excitation extérieure. De même que la contraction d'un muscle sous l'action d'un nerf moteur, l'ébranlement des centres nerveux sous l'action d'un nerf sensoriel est d'origine électrique. Les remarquables travaux de M. Monnier ont démontré le rôle capital que jouent, dans la transmission des « influx » à travers la complexité inouïe de notre système nerveux, les phénomènes d'accord et de résonance, en tous points analogues à ceux que mettent en œuvre les circuits des récepteurs et des émetteurs radioélectriques. Ainsi, le physiologiste trouve-t-il aujourd'hui, en puisant dans le laboratoire électrotechnique, l'outil nouveau lui permettant d'élucider le fonctionnement de ce réseau aux ramifications infinies et complexes : le système nerveux.

DANS une récente étude sur l'« électrocardiographie (1), nous avons pu constater comment, grâce à l'appareillage électrique moderne, les médecins spécialistes du cœur analysent aujourd'hui, dans ses plus minutieux incidents, avec une précision remarquable, le fonctionnement de notre organe central. Comme tous les muscles, le cœur est un générateur de courant dont l'oscillographe trace maintenant le diagramme complexe.

Nous allons montrer comment, de la même façon, les physiologistes analysent désormais la « commande » des muscles, c'est-à-dire le fonctionnement des nerfs. L'occasion nous en est fournie par le bel exposé d'un travail que vient de faire, devant le public averti de la Société française des Electriciens, un jeune physiologiste du laboratoire de la Sorbonne, le docteur Monnier, élève du professeur Lapicque. Le docteur Monnier vient de montrer, pour la première fois, l'analogie rigoureuse qui relie la propagation de l'« influx nerveux » et la propagation des « trains d'ondes » de la radiotélégraphie primitive — celle qui utilisait, et qui utilise encore, dans certains cas spéciaux, les « éclateurs » à étincelles. L'initiation que nous devons au travail remarquable du docteur Monnier nous préparera

à comprendre une autre merveille, que je me réserve de vous décrire une autre fois, et qui n'est autre que l'enregistrement électrique du fonctionnement d'un organe aussi important que le cœur, du moins pour nous autres humains : le cerveau.

**Qu'est-ce que l'« influx nerveux » ?
De nature électrique, il n'est cependant
ni un « courant » ni une « onde »**

Les nerfs commandent les muscles par une impulsion que l'on a désignée d'un nom nécessairement très vague. Il est inéluctable de commencer par étiqueter d'abord, n'importe comment, l'objet qu'il s'agit précisément d'étudier : en l'espèce, l'« influx nerveux ».

Que l'influx nerveux soit de nature électrique, ni Galien, médecin de l'empereur Marc Aurèle, ni même Descartes ne pouvaient le soupçonner. Mais, depuis que Galvani a justement donné le branle à l'électrotechnique, en observant qu'un arrière-train de grenouille suspendu à un crochet de cuivre se contractait lorsqu'il venait à toucher le fer du balcon au-dessus duquel il était balancé par le vent ; depuis cette mémorable découverte, en 1788, du premier *courant électrochimique* (que Volta devait rationaliser dans sa pile quelques années plus tard), il n'est plus permis de douter que l'influx ner-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 237, page 167.

veux soit en étroite relation avec l'électricité.

Est-ce à dire que le nerf soit assimilable à un conducteur électrique ?

Pas le moins du monde. Et c'est là justement l'écueil de l'explication simpliste à éviter. A vrai dire, aucune théorie satisfaisante n'est encore venue expliquer la véritable nature de cette propagation mystérieuse qui porte à nos centres nerveux les « avertissements » de nos organes sensoriels et les « ordres » que ces mêmes centres nerveux renvoient, en conséquence, à nos muscles, en vue des actions vitales.

Quoi qu'il en soit de sa « nature », qu'ils ignorent, ce que les physiologistes connaissent fort bien, c'est la « forme » de l'influx nerveux. Je l'ai déjà dit, c'est celle d'une onde radioélectrique. Mais n'allez pas croire que c'est une onde proprement dite. S'il en était ainsi, l'influx nerveux se propagerait le long des nerfs à raison de 300 000 km/s, comme la lumière. Or, sa vitesse de propagation, qui ne dépasse pas 3 ou 4 mètres par seconde dans les nerfs de l'escargot ou de la langouste, atteint seulement une centaine de mètres-seconde dans le système nerveux des vertébrés supérieurs, dont nous sommes les plus beaux spécimens.

De l'onde radioélectrique, l'influx nerveux ne possède que l'aspect extérieur, pour ainsi dire le « graphique ». C'est ce que nous allons préciser.

L'analogie de Ralph Lillie

Le nom du physicien américain Lillie ne nous est pas inconnu : c'est un spécialiste infiniment habile de l'analogie entre phénomènes vivants et phénomènes physico-chimiques, dont les expériences nous ont déjà montré comment pouvait se réaliser une « végétation artificielle » filamenteuse (1).

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 234, page 446.

Voici comment, par un autre tour de magie, Ralph Lillie « figure » électrochimiquement la propagation de l'« influx nerveux ».

Lillie prend un fil de fer qu'il trempe dans l'acide nitrique concentré. De ce fait, bien connu des chimistes, le fer est « passivé », c'est à dire qu'il se recouvre d'une couche protectrice d'oxyde de fer ou d'azote (on ne sait pas au juste) qui le défend contre toute corrosion ultérieure de l'acide (fig. 1).

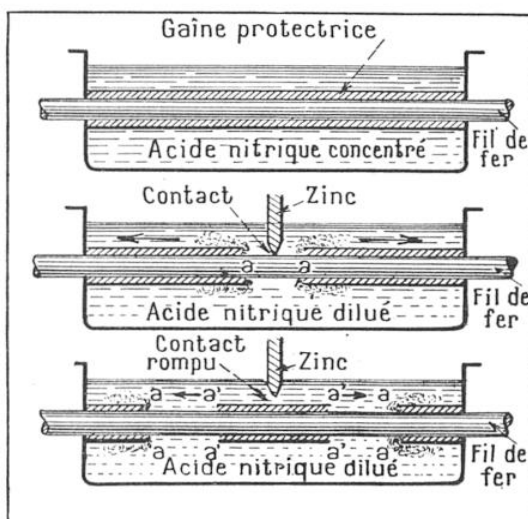


FIG. 1. — L'ANALOGIE ÉLECTROCHIMIQUE DE L'« INFLUX NERVEUX »

De haut en bas : Un fil de fer « passivé » par formation d'une gaine protectrice, dans l'acide nitrique concentré. Puis, le même fil, placé dans une solution diluée et simplement touché par une pointe de zinc : une décomposition électrochimique de la gaine s'amorce et se propage. La troisième figure montre comment, le contact rompu, la gaine se reforme derrière la partie décomposée qui continue sa propagation de manière autonome sur une zone (a'a) de longueur constante.

en proche en dégageant un nuage brun, à la manière d'un cordon de Bickford qui fuse. Et le phénomène électrochimique ainsi déclenché se propage jusqu'aux extrémités du conducteur. Tout cela, insistons-y, sur un simple attouchement, en un seul point, du fer par le zinc.

Le fil de fer semble donc réagir à cet attouchement d'une manière autonome, exactement comme un nerf réagit à la piqure d'une épingle.

Mais voici mieux encore.

A peine la propagation mise en train, l'acide nitrique s'en vient, derrière elle, reprendre contact avec le fer et... reconstituer, *ipso facto*, la couche protectrice. En

Puis, ce fil de fer ainsi gainé d'une couche isolante, le physicien le plonge dans une solution nitrique diluée où le fil, par conséquent, demeure intact. Après quoi, l'opérateur touche simplement un point du fil avec un morceau de zinc.

Aussitôt, en ce point de contact, la couche protectrice se dissout par un phénomène naturel d'électrolyse. (Le contact du zinc et du fer équivaut à un élément de pile.) L'acide, pénétrant par la brèche, provoque, au contact du fer et de la couche d'oxyde restante, un nouveau circuit local de décomposition électrique. En sorte que la décomposition se propage. Tant et si bien que la gaine d'oxyde se décompose de proche

sorte que la première impulsion étant lancée, tout se retrouve en place. Et le fil est prêt à recommencer, indéfiniment, son imitation du fonctionnement nerveux par un nouveau contact d'excitation.

En d'autres termes, c'est une *zone limitée* de décomposition électrochimique qui *se propage*, à partir du déclenchement initial. Ce sont « des trains » successifs qui sont ainsi lancés, le long du fil, par chaque attouchement.

Rappelez-vous maintenant comment se propage l'« impulsion électrique » fournie par un contacteur Morse, le long d'une ligne télégraphique. La célèbre « équation des télégraphistes » nous enseigne que cette impulsion se révèle, au galvanomètre, sous la forme d'une « onde ». Seulement, attention ! L'onde télégraphique court le long du fil — du moins en ce qui concerne sa « tête » — à la vitesse de la lumière, tandis que l'impulsion électrochimique de Lillie se propage à des vitesses beaucoup plus raisonnables : quelques décimètres seulement par seconde.

Exactement comme l'« influx nerveux ».

L'incroyable petitesse de l'énergie représentée par l'« influx nerveux »

L'analogie réalisée par Lillie nous éclaire sur la forme apparente du phénomène de propagation des impulsions nerveuses. C'est tout ce que nous lui demandons.

Passons maintenant au laboratoire de physiologie de la Sorbonne, où opère le docteur Monnier.

Tout comme dans l'expérience de Lillie, l'excitation d'un nerf se pratique par une impulsion locale ponctuelle. Le contact d'une électrode y suffit. Et l'influx nerveux consiste

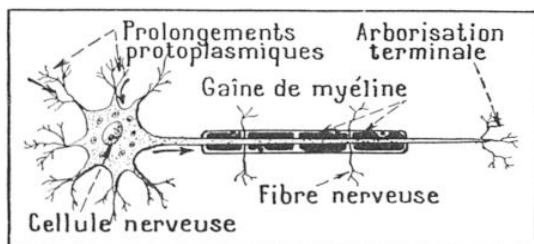


FIG. 2. — LA STRUCTURE D'UN ÉLÉMENT NERVEUX : LE « NEURONE »

La « cellule » se prolonge par une « fibre » entourée d'une gaine de myéline aboutissant à l'arborisation terminale. Cette fibre (ou « axone ») transporte l'« influx nerveux ». Les neurones, ainsi constitués d'une cellule et d'un axone ramifié, sont les éléments dont est tissé le système nerveux composé de « centres » cellulaires et de « nerfs » transmetteurs. (Voir le schéma suivant.)

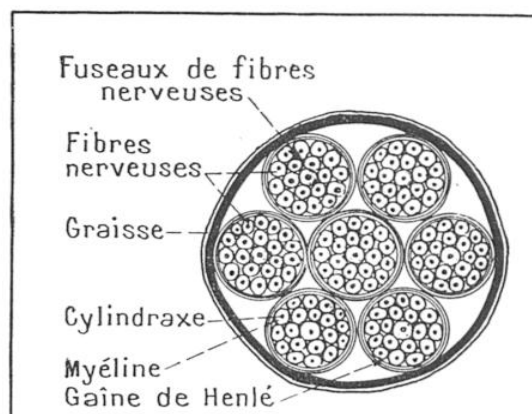


FIG. 3. — COUPE SCHÉMATIQUE D'UN NERF
Les fibres nerveuses (axones), isolées par la myéline, sont assemblées en faisceaux isolés, eux-mêmes réunis sous une gaine isolante. C'est la formule même adoptée pour les réseaux de câbles radiotéléphoniques modernes.

également en un phénomène limité à une très courte portion du conducteur vivant (1). Précisons encore.

Depuis longtemps, les appareils classiques avaient permis aux physiologistes de mesurer, en répétant l'expérience de Galvani, deux facteurs essentiels concernant l'excitation nerveuse par l'électricité. Ces deux facteurs sont : d'une part, l'intensité du courant qui provoque l'excitation ; d'autre part, la durée d'application nécessaire au déclenchement du phénomène. Plus le courant appliqué est intense, plus la durée d'application nécessaire est courte, il est aisé de le concevoir. Toutefois, quelle que soit la durée d'application, fût-elle indéfinie, il existe pour chaque nerf une certaine intensité minimum au-dessous de laquelle le nerf reste insensible : cette « intensité-seuil » se nomme la « rhéobase ».

En combinant ces deux facteurs (intensité et durée de l'excitation), le professeur La-

(1) D'ailleurs, tout comme le fil passivé de Lillie, les fibres nerveuses sont entourées d'une couche « semi-isolante » de myéline (graisse phosphorée). Mais là s'arrête l'analogie, car s'il est indéniable que l'influx nerveux est, au même titre que l'impulsion électrochimique de Lillie, un phénomène électrique transitoire, ce phénomène se déroule dans la masse de la fibre elle-même et non par décomposition de sa gaine de myéline. Comme pour la pseudo-vie des cristaux de Leduc, il nous faut constater que le phénomène de Lillie est encore un phénomène d'équilibre avec le milieu ambiant, et non pas un phénomène spontané dont la source réside dans la matière vivante elle-même, comme il arrive chaque fois qu'il s'agit de la vie réelle. Les nerfs sont, d'autre part, un tissu cellulaire très complexe, non une matière homogène comme le fer.

picque a pu *caractériser* chaque organe en fonction de sa réaction au courant électrique.

Cette *caractéristique*, le professeur Lapique l'a nommée « *chronaxie* ». La courbe ci-jointe montre clairement sa signification et nous verrons, grâce à elle, quel éclaircissement les nouvelles mesures apportent aux relations fonctionnelles des organes avec leurs nerfs de commande (fig. 9).

Mais la détection électrique de l'influx nerveux proprement dit impliquait des difficultés techniques que, seuls, pouvaient surmonter les appareils les plus modernes, tels que les *lampes triodes amplificatrices* et l'*oscillographe cathodique*.

Afin de prendre une idée de la petitesse des mesures qu'il s'agit d'effectuer en l'occurrence, disons que l'ordre de grandeur des tensions électriques auxquelles sont sensibles les systèmes neuro-musculaires et neuro-sensitifs ne dépasse pas quelques dizaines de *millivolts*, ce qui est infime. Pour nous borner aux systèmes « *neuro-musculaires* », savez-vous quelle serait l'*énergie* suffisante pour faire contracter à l'état « *tétanique* » (c'est-à-dire au maximum) la totalité des muscles représentés par l'humanité entière, environ 2 milliards d'hommes ? Eh bien, il suffirait du courant que vous dépensez dans une bouilloire électrique pour chauffer une *seule tasse de thé*.

Ceci posé, allez maintenant saisir et analyser au passage le « *train* » de cette énergie électrique infime qui, sous le nom d'« *influx* », parcourt le nerf conducteur durant le phénomène de transmission. Il ne s'agit plus alors d'une simple « *détection* » du départ et de l'arrivée de l'influx, mais d'une analyse exacte, *en forme de diagramme*, de cette « *onde* » mystérieuse qu'est l'influx.

C'est cette analyse qu'ont réalisée pour la première fois, en 1925, deux physiologistes américains, Gasser et Erlanger. C'est elle que répète le docteur Monnier au laboratoire de la Sorbonne, en la perfectionnant.

Comment les physiologistes de 1937 ressuscitent, en la rénovant, l'expérience de Galvani (1788)

Le dispositif expérimental mis en œuvre apparaît clairement sur la photographie ci-jointe (fig. 5).

Le nerf *sciatique* d'une cuisse de grenouille est fixé à une première paire d'électrodes

destinées à fournir l'*excitation*, qui déclenche l'influx nerveux. (Le courant est distribué à ces électrodes par un commutateur tournant disposé hors du laboratoire.) Ce sont les électrodes « *excitatrices* ».

Le nerf passe sur deux autres électrodes d'ont l'une est mobile : ce sont les électrodes réceptrices, reliées par un amplificateur à l'oscillographe.

L'influx nerveux déclenché par l'électrode excitante se manifeste comme une zone négative se propageant le long du nerf. Il est évident qu'en arrivant au contact des électrodes réceptrices, cette zone négative (que nous appellerons, avec l'auteur, « *potentiel d'action* ») impressionne ces électrodes proportionnellement à ses propres différences de potentiel.

Un « *oscillographe cathodique* », dont le fonctionnement a été décrit dans cette revue à plusieurs reprises (1), et sur lequel nous ne reviendrons pas, enregistre cette double impression par le déplacement du spot sur l'écran fluorescent du tube cathodique. En sorte que, finalement, le diagramme du phénomène apparaît en un mince trait de lumière sur ledit écran. Il ne reste qu'à le photographier, ce que permet-

tent de faire les émulsions ultra-sensibles dont on dispose aujourd'hui.

Interprétons l'un de ces diagrammes photographiés (fig. 7).

La courbe *sinusoïdale* régulière inscrite au bas de la figure n'est autre que la « *base de temps* ». On l'obtient par la vibration, électriquement entretenue, d'un diapason vibrant à raison de 500 périodes par seconde, qu'enregistre également l'oscillographe. Suivant l'abscisse de cette courbe, l'intervalle d'une alternance complète représente donc 1/500^e de seconde.

Au-dessus, nous apercevons le diagramme du « *potentiel d'action* », qui s'est propagé, durant le même temps, le long du nerf expérimenté. Un premier crochet, très net, marque, sur cette courbe, l'instant précis où l'électrode émettrice a lancé dans le nerf le bref courant d'excitation.

Le « *potentiel d'action* » (ou « *influx nerveux* ») s'est déclenché aussitôt et s'est propagé le long du nerf vers les électrodes réceptrices. Le début de la courbe ascendante

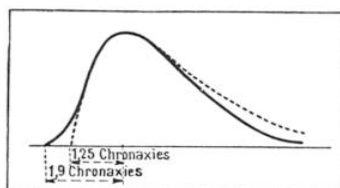


FIG. 4. — LE DIAGRAMME DE L'INFLUX NERVEUX (TRAIT GRAS) NE DIFFÈRE PAS SENSIBLEMENT DU DIAGRAMME D'UNE ONDE ÉLECTRIQUE AMORTIE (TRAIT POINTILLÉ)

(1) Notamment, à propos de la *télévision* et du manographe photocathodique de Labarthe. (Voir *La Science et la Vie*, n° 195, page 211.)

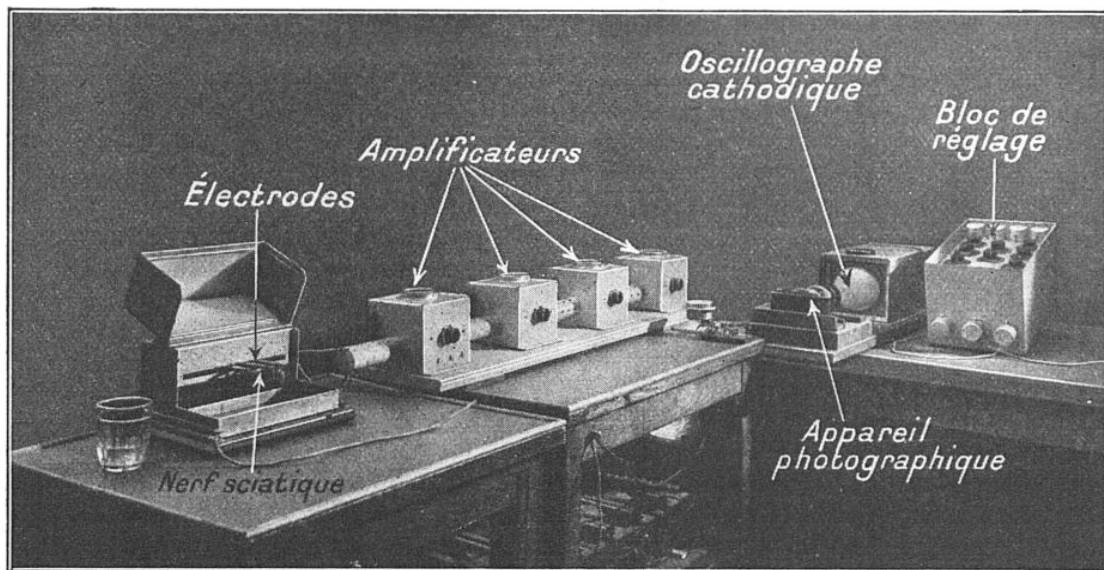


FIG. 5. — L'APPAREILLAGE RADIOÉLECTRIQUE MONTÉ AU LABORATOIRE DE PHYSIOLOGIE DE LA SORBONNE POUR LA MESURE DE L'INFLUX NERVEUX

Au premier plan, un nerf sciatique de grenouille (muni de son muscle) est attaché à quatre électrodes (deux excitatrices, confondues sur la figure, et deux réceptrices). L'influx nerveux, déclenché et se propageant de manière autonome, influence les électrodes réceptrices. Celles-ci, reliées par une série d'amplificateurs à lampes triodes à l'oscillographe cathodique, provoquent sur l'écran fluorescent de ce dernier l'inscription du diagramme de l'influx nerveux.

marque l'instant où l'influx a touché la première de ces électrodes. Puisque l'on connaît la distance séparant cette électrode de la première électrode excitatrice, et comme le temps s'inscrit sur le cliché même, il est tout simple de déduire la vitesse de propagation réalisée par l'influx nerveux entre le point de départ et le point d'arrivée. (Elle varie de quelques décimètres par seconde, dans certains nerfs de crustacés, à 100 m par seconde, dans certains nerfs de mammifères.)

Le passage du « potentiel d'action » sous la première électrode réceptrice donne lieu au tracé de la courbe qui le représente. L'espace couvert par cette courbe sur l'axe des abscisses mesure la durée de l'influx nerveux. Cette durée s'est révélée inversement proportionnelle à la vitesse de propagation. Voilà un premier fait.

Les ordonnées de la courbe représentent

évidemment les différences de potentiel qui caractérisent chaque point du « potentiel d'action », — c'est-à-dire, en définitive, la forme même de l'« influx nerveux ». Cette forme reste invariable, quel que soit le nerf expérimenté, — que le nerf soit « moteur » ou

« sensitif », — qu'il soit emprunté à un animal supérieur ou à un animal inférieur. Et c'est un second fait d'importance.

La seconde électrode réceptrice ne sert, en principe, qu'à permettre de mesurer sur le nerf lui-même l'espace couvert par le « potentiel d'action » : il suffit de la déplacer convenablement. Si le « potentiel d'action » passe successivement sous l'une et l'autre

des deux électrodes réceptrices, la courbe enregistrée prend la forme, indiquée sur l'image photographique, d'un S couché rappelant la période d'un courant alternatif.

Si le nerf est tué (par cautérisation) au

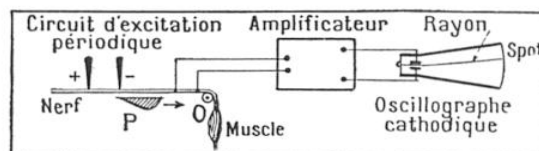


FIG. 6. — SCHÉMA EXPLIQUANT LE FONCTIONNEMENT DE L'APPAREILLAGE CI-DESSUS

La « variation de potentiel » P produite par l'influx nerveux proprement dit (déclenché par le circuit d'excitation) se propage autonome le long du nerf. Nous la représentons sous sa « forme » P. En touchant le circuit de réception, qui, par l'amplificateur, rejoint l'oscillographe, cette variation, dite « potentiel d'action », impressionne le rayon cathodique inscripteur. Et le spot trace précisément la forme P de l'influx nerveux.

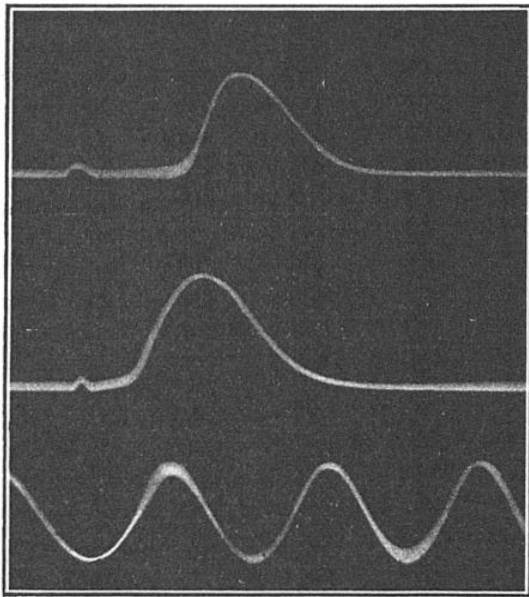


FIG. 7. — EXEMPLE D'UN DIAGRAMME D'INFLUX, PHOTOGRAPHIÉ SUR L'ÉCRAN DE L'OSCILLOGRAPHIE

En bas, la « base de temps », ou vibration d'un diapason à 500 périodes-seconde. Au centre, une première courbe de l'influx ; le petit crochet initial marque la réaction de déclenchement sous l'excitation électrique ; puis, après un léger retard, l'influx nerveux s'est mis en marche. — En haut : une courbe de même nature où le retard de l'influx est plus prononcé. — Ces diagrammes sont entièrement positifs parce que le nerf a été tué au niveau de la seconde électrode réceptrice (point O du schéma).

niveau de la seconde électrode réceptrice, l'influx nerveux s'éteint à ce point précis. La première électrode réceptrice (située du côté de l'émission) peut alors être facilement déplacée jusqu'à un point précis du nerf où le diagramme de l'influx sera parfaitement bien dessiné, entièrement en ordonnées positives. C'est le cas de la courbe figurant en haut de la photographie.

Ainsi, malgré l'extrême petitesse de l'énergie mise en jeu par le nerf, malgré la brièveté du « train » de l'influx (ou potentiel d'action) courant sur le conducteur nerveux, le problème que s'était posé le physiologiste se trouve entièrement résolu.

**Tout comme l'onde radioélectrique,
l'« influx nerveux »
possède désormais son « équation »**

Une question préalable s'impose.

Est-on bien certain que l'influx nerveux ainsi mesuré, après l'avoir déclenché par une

excitation artificielle, possède la même forme que l'influx mis en jeu lors du fonctionnement physiologique naturel ?

Le docteur Monnier nous répond : dans l'un et l'autre cas, c'est bien le même « potentiel d'action », le même influx qui se produit dans le nerf. Toutefois, l'excitation électrique ne provoque, le plus souvent, qu'un seul « train » d'influx, tandis que le fonctionnement physiologique comporte des « trains » d'influx répétés plusieurs fois par seconde. Ainsi, une contraction musculaire brève résulte d'un seul « potentiel d'action », d'un seul « train » d'influx nerveux, tandis qu'une contraction soutenue est déterminée par la succession de quarante à cinquante émissions d'influx nerveux par seconde.

Il en est de même dans le cas d'un nerf sensitif : le rythme des « potentiels d'action » par lesquels réagit le nerf optique est d'autant plus pressé que l'intensité lumineuse éclairant la rétine est plus forte.

Il semble que la vie *répond* à l'énergie physique venue de l'extérieur par une succession de chocs dont la fréquence croît à mesure que l'intensité de cette énergie augmente.

Chacune de ces impulsions a donc la « forme » électrique du diagramme. Or, l'électrotechnique nous révèle que les ondes radioélectriques *amorties* (celles que fournit l'étincelle dans l'éclateur) ont à peu près exactement la même forme. (Voir, à ce sujet, les

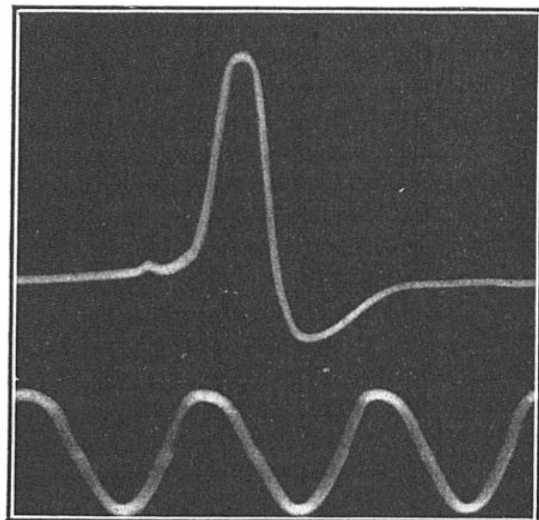


FIG. 8. — LE DIAGRAMME D'UN INFLUX NERVEUX QUI S'EST PROPAGÉ AU DELÀ DES ÉLECTRODES RÉCEPTRICES

Le nerf ayant été conservé vivant jusqu'au muscle compris, l'influx a impressionné les électrodes réceptrices à la manière d'un courant alternatif (déformé)

deux graphiques superposés dans le schéma de la figure 4.)

Le docteur Monnier s'est demandé si l'analogie ne pouvait pas être poussée jusqu'au calcul mathématique. Par des équations que nous nous garderons bien de faire entrer dans cet article de vulgarisation, il est parvenu à montrer que l'identité mathématique existe effectivement (1).

Sans entrer dans d'autres détails, voici une conséquence admirable. Tout le monde sait quelle importance prend le phénomène de « résonance » entre les « circuits oscillants » de la T. S. F. Puisque l'analogie est désormais acquise entre les deux sortes d'« ondes » amorties, celle des radiotélégraphistes et celle de l'influx nerveux, on peut concevoir désormais, mathématiquement, une semblable « résonance » entre l'organe et son nerf mo-

(1) A la condition expresse — soit dit pour les physiciens de métier — de changer dans les équations en question les « sinus circulaires » des radiotélégraphistes en « sinus hyperboliques ».

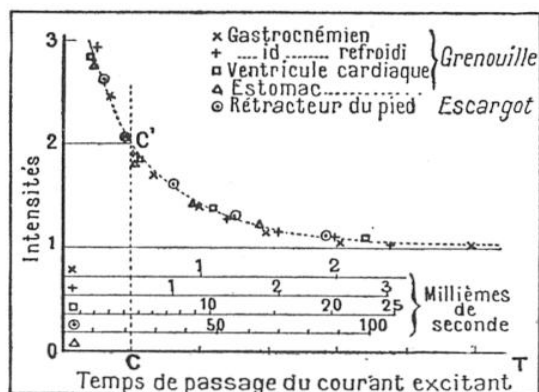


FIG. 9. — UN DIAGRAMME TYPIQUE QUI CONDENSE TOUTE UNE SÉRIE D'EXPÉRIENCES. Cette courbe indique les intensités minima d'excitation qui suffisent à déclencher l'influx nerveux, en fonction du temps T d'application du courant excitant. — Il existe un minimum d'intensité absolu au-dessous duquel aucun déclenchement n'est possible ; cette intensité numérotée 1 s'appelle la « rhéobase ». En prenant le double de la rhéobase, 2, et en reportant sur l'axe OT le temps d'application correspondant OC, on a une grandeur précise qui s'appelle la « chronaxie », unité adoptée pour la mesure des réactions physiologiques au courant électrique. En étudiant successivement plusieurs nerfs, plusieurs organes d'animaux divers, sous des excitations de durées variables, on obtient des chronaxies variées, mais comparables d'après l'unité de base OC. On voit ici (par des ponctuations spéciales) comment se situent diverses chronaxies. Du reste, l'échelle des temps d'application doit être modifiée dans chaque cas, comme l'indiquent les graduations notées au-dessus de l'axe OT.

teur, assimilés à deux circuits oscillants « couplés ».

Lapicque avait déjà démontré que la mise en jeu d'un organe par le nerf correspondant se fait d'autant mieux que ces deux éléments biologiques sont

mieux accordés « chronologiquement » — ont même « chronaxie ». Son élève, le docteur Monnier, aurait donc « mis en équation » le fait expérimental de Lapicque. Le phénomène d'« accord » passe, de la sorte, du laboratoire de l'électrotechnique à celui du physiologiste, et il se transpose, insistons-y, mathématiquement.

Sans doute, répétons-le, la théorie de MM. Lapicque et Monnier n'implique nullement l'identification de l'influx nerveux avec un courant électrique. Il est même apparent que le « phénomène » électrique n'est en l'occurrence que l'effet ou la conséquence du « phénomène » nerveux qui conserve toute son originalité biologique. Celui-ci serait, d'ailleurs, d'ordre « biochimique » d'après les travaux de Lævi et Dale sur la « sécrétion » des nerfs. N'empêche que la théorie est singulièrement explicative.

Vous savez, par exemple, que les courants industriels de basse fréquence sont mortels pour l'organisme, à une intensité donnée, tandis que les courants de très haute fréquence (de d'Arsonval) permettent à celui-ci de supporter des tensions de plusieurs milliers de volts sous une intensité pouvant dépasser un ampère ; c'est le principe même de la « radiothermie ». Les équations de résonance que le docteur Monnier a mises en évidence touchant l'influx nerveux expliquent ce fait, rigoureusement. Le calcul montre effectivement que la fréquence 50 (celle de nos réseaux) correspond malheureusement à la résonance moyenne de nos « circuits » nerveux — circuits interprétés physiologiquement, comme nous venons de l'expliquer, cela va sans dire. Aussi bien, le docteur Monnier, pour éviter la confusion, écrit « pararésonance » et non « résonance », comme je viens de le faire pour simplifier.

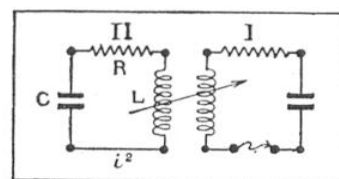


FIG. 10. — SCHÉMA CLASSIQUE DE LA « RÉSONANCE » ENTRE DEUX « CIRCUITS OSCILLANTS » HERTZIENS

C'est par analogie avec cette « résonance » de deux circuits que l'on conçoit la « pararésonance » des organes et de leurs nerfs moteurs, dont la condition est que les uns et les autres possèdent la même « chronaxie ».

Une conception rationnelle de la circulation de l'influx dans le lacs des centres nerveux

Et maintenant, du point de vue purement « biologique », peut-on espérer traiter la circulation de l'influx à travers le réseau du système nerveux d'une manière analogue à celle dont les électriciens traitent la propagation des impulsions électriques sur une ligne télégraphique ?

Le système nerveux est d'une complexité qui défie l'imagination. Voyez la coupe d'un nerf (schéma fig. 3) : c'est un véritable « câble » analogue aux plus modernes qu'utilise la radiophonie ; des centaines de fibres conductrices sont accolées en « faisceaux ». Les fibres sont, jusqu'à un certain degré, isolées les unes des autres par leur gaine de myéline. Les faisceaux sont également isolés, le câble lui-même est isolé.

Chacune de ces fibres est le prolongement d'une cellule nerveuse. Les cellules nerveuses, ou neurones, groupées forment des « centres » : les ganglions, la moelle épinière, le cerveau. Elles communiquent entre elles par de multiples arborisations très fines qui forment un inextricable enchevêtrement. On dirait qu'au départ comme à l'arrivée des « câbles » porteurs de l'influx, la nature, agissant exactement à l'encontre des électriciens, s'est complue à brouiller les extrémités des fils innombrables dépouillés de leurs gaines

isolantes juste au point où, semble-t-il, les connexions devraient être le mieux définies. Comment les « ordres » de commande des organes, comment les « signaux » d'avertissement de nos sens parviennent-ils à cheminer sans une erreur à travers ce labyrinthe ?

Le docteur Monnier fait observer, comme Lapicque l'avait supposé, que seul « l'accord » de résonance

entre les fibres peut assurer cet aiguillage. Plus l'animal est élevé dans la hiérarchie biologique et plus le réseau nerveux est complexe, plus est grande l'immense variété des voies « possibles ». C'est ainsi que s'expliquent l'agilité des mouvements et, finalement, le degré d'intelligence de tout être vivant. Car le cerveau est le plus complexe de tous les « centres nerveux », est l'apanage du plus évolué.

Les physiologistes entrevoient donc, désormais, mathématiquement, le mécanisme « quasi radio-électrique » du fonctionnement nerveux commandant la totalité de l'organisme.

Il ne reste plus qu'à découvrir l'« aiguilleur » qui manipule ce mécanisme, qui joue de ces équations.

Ici encore, dans la coulisse du théâtre biologique, se manifeste le fameux « guide invisible » de Claude Bernard. Nous avions déjà fait sa connaissance, avec le professeur Bonnoure, dans une étude précédente (1).

JEAN LABADIÉ.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 225, page 203 et n° 234, page 443.

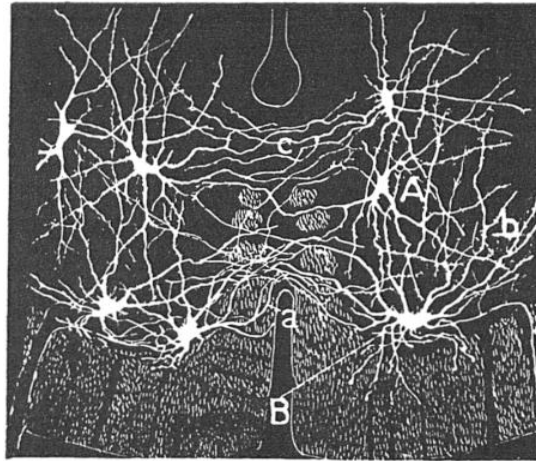


FIG. 11. — COUPE MICROPHOTOGRAPHIQUE DE CENTRES NERVEUX AU NIVEAU DE LA MOELLE ÉPINIÈRE

La circulation dirigée de l'influx nerveux, à travers ce lacs inextricable de « fibres », ne s'explique que par un « accord » dans leurs chronaxies respectives. L'interconnexion par contact de ces innombrables fibres (ancienne théorie) est visiblement absurde ; le brouillage serait fatal.

La désorganisation des marchés internationaux résulte actuellement de ces trois principaux facteurs, essentiellement variables : prix de l'or, valeur des monnaies, rapport entre les monnaies et les matières. C'est, notamment, l'insécurité du change et du prix de l'or qui favorise la spéculation. Si, un jour plus ou moins proche, l'Angleterre consentait à la stabilisation du prix de ce métal, l'économie mondiale s'en trouverait considérablement et immédiatement soulagée !



PRENONS L'ÉCOUTE

UN PROGRAMME NAVAL, C'EST BIEN : UN OUTILLAGE POUR LE RÉALISER SERAIT MIEUX ENCORE...

La reprise de la course aux armements des nations militaires du globe a abouti à la mise en application de vastes programmes, dans les domaines aérien et naval notamment. Mais il ne suffit pas, dans la construction maritime, de voter des crédits et d'établir des programmes. Il faut les réaliser *rapidement* et, par suite, disposer de chantiers de construction capables d'accueillir les grandes unités de combat et de les achever dans le plus bref délai, grâce à un outillage et à un personnel appropriés. Or, en France, on peut se demander — avec quelque inquiétude — comment les futurs bâtiments de ligne (35 000 t), dont on a décidé de doter notre marine nationale, pourront trouver place dans les chantiers existants. L'arsenal de Brest « monte » en 1937 un cuirassé de 35 000 t (*Richelieu*) ; quant aux ateliers de Saint-Nazaire, la « forme » la plus moderne que nous possédons est occupée par le second bâtiment de 35 000 t (*Jean-Bart*), frère du précédent. Dans cette région de la Basse-Loire, qui constitue — toutes proportions gardées — un centre de construction navale (comme les fameux chantiers des rives de la Clyde en Angleterre, d'où sont sortis le *Queen Mary* et de nombreux bâtiments de guerre de la « Home Fleet »), d'autres navires sont également sur cale (le paquebot *Pasteur* entre autres) et le *Strasbourg* y est en achèvement à flot. Or, en dehors de ces ports, on ne peut sérieusement envisager la possibilité d'entreprendre la construction de bâtiments de fort tonnage avec les moyens matériels et aussi le personnel (techniciens et ouvriers) dont dispose actuellement la France dans le domaine de l'« architecture » navale. Un pays doit avoir la marine de sa politique, mais la marine militaire d'une nation doit posséder aussi les chantiers capables de la réaliser : il faut donc non seulement un effort financier considérable, mais un outillage assez puissant et des techniciens en nombre suffisant pour mener rapidement à bien la reconstitution d'une flotte.

SURENCHÈRE EN MATIÈRE DE CONSTRUCTIONS NAVALES

Le 15 mars 1936, trois puissances, l'Angleterre, la France, les Etats-Unis, signaient l'accord naval de Londres en vue de limiter les armements sur mer. En 1922, il y en avait eu cinq (Italie et Japon en plus) qui avaient signé l'accord naval de Washington dans un but analogue. Aujourd'hui, en cet été de 1937, il n'y a plus aucun accord valable, et on s'est rendu compte — tardivement — que, l'Allemagne et l'U. R. S. S. demeurant en dehors des pourparlers, il valait mieux que chacun fût libre d'agir à sa guise. Avant 1937, on ne pouvait ni construire de bâtiments de combat dépassant 35 000 t, ni utiliser une artillerie de calibre supérieur à 356 mm. Aujourd'hui, on envisage — comme au Japon — des cuirassés de 50 000 t et des canons de 406 mm ! Les Italiens n'avaient-ils pas déjà antérieurement manifesté l'intention de conserver le calibre de 381 mm pour les grosses pièces destinées à leurs deux cuirassés de 35 000 t (actuellement en voie d'achèvement), tout en prenant l'engagement d'adopter, eux aussi, à l'avenir le calibre de 356. Mais le 1^{er} avril dernier marquait l'expiration des conventions de 1936, et l'amirauté nippone nous a fait savoir que son gouvernement n'accepterait désormais aucune restriction. Devant une telle attitude,

l'Amirauté britannique a néanmoins informé qu'elle maintiendrait sur ses cinq futurs bâtiments de ligne (actuellement en chantier) le calibre de 356 pour son artillerie principale.

Rappelons à ce propos que les deux plus forts cuirassés anglais existant actuellement et construits depuis la guerre (en 1925-1927) sont armés avec des pièces de 406 mm — *Nelson* et *Rodney*, de 33 500 et 33 900 t (1). Que vont faire les États-Unis en présence de cette nouvelle situation ? Si le Nippon arme avec des 406, l'Américain, lui aussi riverain du Pacifique — car ce n'est pas du côté de l'Atlantique qu'on prévoit le danger — *doit* entrer dans cette voie des gros calibres, et par suite *doit*, lui aussi, augmenter le tonnage de ses cuirassés. Il y a un rapport mathématiquement déterminé entre le tonnage d'un navire de combat et le calibre de son artillerie. Mais nous avons antérieurement signalé que les écluses du canal de Panama (2), qui permettent aux flottes américaines de l'Atlantique et du Pacifique de passer d'un océan à l'autre, ne permettent pas de dépasser le tonnage de 35 000 t que, précisément, les Américains avaient proposé et fait adopter comme limite à la Conférence de Washington en 1922. Si les amirautés s'orientent un jour vers des tonnages de l'ordre de 40 000 et 50 000 t, la marine nationale des États-Unis devra peut-être comprendre deux flottes séparées (dans l'Atlantique et dans le Pacifique). Voilà où nous en sommes dans cette course — grosse de menaces pour la paix — qui consiste à accroître sans cesse les armements des forces militaires sur mer, sur terre, dans l'air. Ainsi il suffit que la liberté d'action soit rendue à chacun, faute de renouvellement d'accords antérieurs, pour que la décision de l'un entraîne une politique plus accentuée des autres puissances navales dans le domaine de la construction de nouveaux matériels, et cela pour le grand dam des finances de chaque nation (3). Le Nippon vient de nous fixer sur ses intentions ; demain, le Reich nous fera sans doute connaître de semblables décisions : le cuirassé de 50 000 t armé de 406 mm est-il déjà en vue ?

L'EFFORT AÉRONAVAL DE LA GRANDE-BRETAGNE EN 1937

L'Angleterre, poursuivant dans les différents domaines militaires la mise en état de ses forces, se préoccupe tout particulièrement de ses constructions et de ses bases navales. C'est ainsi qu'elle construit actuellement à l'extrémité du Pays de Galles (Pembrokeshire) un nouveau port, dont la dépense atteindra près de 400 millions de francs, de façon à repousser le plus possible vers l'ouest ses chantiers et ses usines destinés à l'armement national. Déjà, les chantiers de la Clyde (situés près de Glasgow) sont, parmi les établissements de construction, ceux qui sont le mieux situés dans la région occidentale du Royaume-Uni. C'est là qu'ont été mises sur cale la plupart des futures unités de la marine britannique prévues au récent programme de constructions neuves. En outre, l'Amirauté fortifie plus encore ses anciennes bases navales et en crée de nouvelles pour assurer la sécurité de ses communications avec son vaste empire colonial. Nous avons déjà signalé les travaux entrepris à Singapour (4) pour renforcer les moyens de défense et y installer des forces aériennes et navales de plus grande importance encore que par le passé. Il en est de même de l'archipel Natouna (sur la route de Formose, fortifiée par le Japon), où l'Angleterre établit actuellement une base pour hydravions. En outre, pour Hong-Kong (sur les côtes de Chine, à moins de 800 km de Formose), 8 milliards de francs environ viennent d'être

(1) Les cuirassés français de 35 000 t (*Jean-Bart* et *Richelieu*) actuellement sur cale seraient armés de canons de 380 et 381 mm, mais rien n'est encore définitivement adopté en ce qui concerne l'artillerie.

(2) Rappelons à ce sujet qu'il était aussi question à un moment de creuser un nouveau canal à dimensions plus grandes à travers le Nicaragua. Mais un tel programme soulève de sérieuses difficultés d'ordre géographique, politique, financier, sans négliger le facteur « temps ». On a aussi envisagé l'agrandissement des écluses du canal de Panama... mais tout cela n'est encore que vagues projets dans l'air.

(3) Notre seul espoir est d'escompter de nouvelles ententes entre les grandes nations en vue de freiner les accroissements vertigineux des dépenses d'armement. Croyons encore en la sagesse des nations ; l'équilibre des budgets et la paix entre les peuples en dépendent dans un proche avenir...

(4) Voir *La Science et la Vie*, n° 239, page 387.

mis à la disposition des autorités militaires et navales pour y installer un système de fortifications des plus modernes, comportant non seulement des abris bétonnés, mais aussi des batteries de côtes de pièces à longue portée (40 km). Cette île constitue, en effet, un excellent point d'appui pour la flotte anglaise, qui comprend déjà 6 croiseurs de 10 000 t, 1 navire porte-avions, des destroyers (10), et des sous-marins (15) qui y disposent de mouillages bien abrités. Le point de vue aérien n'a pas été non plus négligé et de nouveaux appareils modernes (avions et hydravions) vont y stationner en permanence, de façon à donner à cette île fortifiée toute sa valeur militaire de base aéronavale. Aussi le gouvernement britannique va-t-il accroître non seulement la quantité et la qualité des matériels, mais encore augmenter les effectifs de la « Royal Air Force » qui, en 1938, atteindront 70 000 hommes instruits au lieu des 50 000 à peine qu'elle compte aujourd'hui. Le nombre des officiers, qui était de 5 000 environ, sera également complété dans les mêmes proportions. Enfin pour les usines de constructions aéronautiques, on prévoit le recrutement et la formation de nombreux ouvriers spécialistes pour permettre d'atteindre un « rendement » supérieur en vue de l'exécution plus rapide des commandes actuellement en cours, conformément aux nouveaux programmes de « réarmement ». Rappelons du reste que toute modification dans la politique internationale détermine — en quelque sorte automatiquement — des transformations dans les systèmes offensifs et défensifs des peuples. Ainsi l'évolution de la politique italienne n'a-t-elle pas déjà contribué à inciter la Grande-Bretagne à aménager puissamment et activement ses bases navales de *Caïffa*, *Akabah*, *Chypre* (dont le rôle deviendra primordial), sans compter que la France, par ce fait même, se voit « incitée », elle aussi, à organiser une base à Mers-el-Kebir (à 7 km d'Oran, à 1 000 km de Bizerte) et à prévoir un système défensif pour la Corse. Les considérations d'ordre stratégique et technique (puissance de l'armement, pièces antiaériennes, portée de l'artillerie de côtes, etc.) suffisent à démontrer que, pour la défense nationale, il y a interconnexion de toutes les activités orientées vers un but commun : la prospérité du pays dans la sécurité extérieure.

POURQUOI L'AVIATION COMMERCIALE AMÉRICAINE EST LA PREMIÈRE DU MONDE

La Science et la Vie a montré, à maintes reprises (1), comment l'évolution rapide (de 1934 à 1937), au point de vue du progrès mécanique, de la construction aéronautique américaine lui avait permis de « surclasser » indiscutablement celles des autres nations. L'aviateur français M. Détrouat, qui revient des États-Unis (et dont l'autorité est reconnue, puisqu'il vient d'être promu, en quelque sorte, au titre de « contrôleur en chef » de toute la technique aérienne française) a confirmé sans réserves cette opinion et ne tarit pas d'éloges quant aux perfectionnements récents appliqués sur les avions de transports américains : réchauffage des vitres contre le givrage (outre les systèmes antigivrage pour carburateurs, ailes, etc.), pilotage automatique, contrôleur de consommation (dispositif Cambridge (2), éclairage indirect à intensité réglable par les passagers, manomètre avertisseur par voyant de couleur s'allumant en cas de circulation défectueuse du lubrifiant, synchronisation des moteurs, liaison radiophonique *permanente* avec le sol, communication des renseignements de la « météo » pendant toute la durée d'un voyage, emploi de règles à calcul spéciales, d'abaques de température, de pression et calcul de la vitesse *réelle* (vitesse vraie) d'un appareil en vol connaissant l'intensité des vents en altitude, etc. M. Détrouat ajoute qu'en 1937 l'aviation américaine est arrivée à ceci : un

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 228, page 434 et n° 240, pages 450 et 451.

(2) Le dispositif Cambridge comprend essentiellement un fil métallique intercalé dans un pont de Wheatstone équilibré et placé sur le trajet des gaz d'échappement du moteur. Ce fil se refroidit plus ou moins et, par suite, sa résistance électrique varie suivant la teneur en hydrogène des gaz. La teneur en hydrogène à l'échappement dépend de la richesse du mélange gazeux à l'admission, de sorte que la simple lecture d'un ampèremètre renseigne sur la richesse du mélange carburé.

avion propulsé par deux moteurs de 1 400 ch chacun, « décollant » avec essence spéciale (indice d'octane élevé, voisin de 100) transporte vingt-quatre personnes (dont un équipage de trois hommes) à la vitesse moyenne horaire de 300 km/h, et cela avec une autonomie de 2 500 km. Nous n'en sommes pas encore là en France et même ailleurs...

M. Charles Faroux, ancien élève de l'Ecole Polytechnique, n'a-t-il pas consacré récemment l'un de ses vigoureux articles à ce sujet, sous le titre : « Déclin de notre aviation commerciale » (1), où une documentation importante et des comparaisons rigoureuses avec l'étranger méritent d'être prises en considération ? On sait notamment l'importance que présente, pour la navigation aérienne, l'organisation scientifique et pratique des services météorologiques — pour les transports commerciaux aériens en particulier. Nous sommes, en France, assez en retard à cet égard sur les Etats-Unis. Le docteur J.-H. Kimball, directeur du Bureau météorologique de New York, l'une des personnalités les plus compétentes en la matière, a reconnu lui-même que de nombreux et difficiles problèmes restaient à résoudre dans ce domaine. Il a signalé notamment les dangers que les concurrents de la course aérienne Paris-New York, auraient rencontrés à ce point de vue ! Voici ses paroles : « Nous sommes encore trop loin de pouvoir assurer sur l'Atlantique-Nord la sécurité absolue des pilotes, en dépit des progrès réalisés par la météorologie. Il subsiste sur l'Océan trop de mystères, trop de points que nous sommes encore incapables de prévoir... Aux risques atmosphériques, que nous ne savons pas encore déterminer exactement comme il faudrait, s'ajoutent ceux qui résultent de l'obligation d'accomplir le parcours dans un délai *déterminé* à l'avance... » Cette opinion, nettement défavorable au projet de course par la voie des airs Paris-New York, a été confirmée par le grand chef de la météorologie américaine (N.-W.-R. Gregg, chef du Bureau fédéral météorologique des Etats-Unis), désapprouvant cette initiative qui ne tenait compte ni de la température, ni de l'hygrométrie, ni de l'épaisseur des couches traversées par les pilotes dans des régions du parcours où la radiométéorographie n'est pas encore organisée (navires stationnés en un point de l'Océan pour s'y livrer à des observations scientifiques). L'épreuve « Paris-New York » ne pouvait réussir que dans des conditions atmosphériques particulièrement favorables (donc exceptionnelles) et, en admettant qu'elle n'ait pas réussi, un échec aurait pu contrarier et même retarder l'établissement des communications aériennes commerciales entre l'Europe et l'Amérique du Nord, dont les techniciens américains sont les plus ardents partisans.

POSSIBILITÉS ITALIENNES EN MÉDITERRANÉE

Au point de vue de ses bases stratégiques (navales et aériennes), l'Italie est en mesure d'utiliser en Méditerranée, de l'ouest à l'est : Majorque (pour hydravions), Magdalena (Sardaigne), Pantelleria (la nouvelle base en voie d'aménagement défensif située à 200 km à l'est de Bizerte), Messine (Sicile). Regardez une carte et vous constaterez que la ligne : péninsule italienne, Sicile (Messine), Pantelleria (archipel des îles situées entre Sicile et Tunisie, comprenant cet îlot volcanique et les petites îles voisines de Linosa et Lampedusa qui le complètent), constitue un véritable verrou capable d'intercepter les communications entre les deux bassins — oriental et occidental — de la Méditerranée. Enfin, sur la côte africaine, entre la frontière tunisienne et la frontière égyptienne (1 800 km environ), se trouvent les bases de Tripoli et de Tobrouk (la plus belle rade après Bizerte) où les fonds dépassent 15 m (excellent point d'appui pour des flottes en opérations ayant comme objectifs Malte ou l'Égypte). Ajoutons que l'île de Pantelleria (distante de 100 km de la côte tunisienne) n'offre pas encore actuellement de fonds suffisants. Il faudrait aussi, ce qui demandera plusieurs années, y construire des réservoirs d'hydrocarbures et des hangars pour l'aviation,

1) Voir le journal *L'Auto*, du 18 mars 1937.

etc. Par contre, les batteries d'artillerie à longue portée (pour interdire le passage d'une flotte) pourraient y être aménagées dès maintenant, car des emplacements situés de 500-600 m d'altitude sont aisément utilisables tant pour la fortification que pour l'établissement des pièces sur plates-formes bétonnées.

Les récentes manœuvres navales exécutées aux alentours de Pantelleria suffisent à démontrer l'importance future d'une telle base fortifiée, possédant un lac (pour l'hydroaviation) et pouvant constituer un excellent système de barrage au moyen de mines sous-marines, de submersibles, d'hydravions. Tel est, rapidement esquissé, le rôle éventuel de cet îlot volcanique de Pantelleria qui peut un jour se dresser comme une nouvelle base navale susceptible d'interdire le passage aux flottes étrangères entre les deux bassins, occidental et oriental, de la Méditerranée.

DES AVIONS AMÉRICAINS... POUR LA « BRITISH AIRWAYS »

Pour la première fois, croyons-nous, une compagnie de transports aériens anglaise vient de commander, aux Etats-Unis, du matériel volant destiné à son exploitation. Il s'agit des *Lockheed-Electra* bimoteurs, avions entièrement métalliques, semblables à celui qu'utilisa Amélia Earhardt. Cinq de ces appareils à ailes basses seront mis en service régulier sur la ligne Londres - Stockholm, et il y en a déjà sur Londres - Paris. Il paraît que cette commande à des avionneurs étrangers est motivée par ce fait que le vaste programme d'armement de la Grande-Bretagne ne laisse plus, actuellement, aux constructeurs anglais la possibilité de « travailler » pour l'aviation commerciale. Le choix de la « British Airways » paraît, du reste, excellent, car les Américains — pour ce type d'avion comme pour tant d'autres — ont réalisé « ce qu'il y a de mieux » de nos jours dans la locomotion aérienne. Le *Lockheed-Electra* offre en effet, en dehors de ses qualités mécaniques et de navigabilité, un confort remarquable qui laisse loin derrière lui celui des appareils aujourd'hui en service sur les lignes européennes. Dix passagers pourront prendre place sur ces avions rapides et merveilleusement « insonorisés » (1). Au point de vue de la sécurité et de la régularité de vol, ils sont évidemment équipés avec les derniers perfectionnements de la technique américaine pour l'« aviation marchande »: pilotage à double commande, radio-compas, atterrissage (2) sans visibilité (système Lorentz), compas gyroscopique, dispositif anti-givrage sur le bord d'attaque des ailes (3). Sa vitesse commerciale sera de l'ordre de 280 km/h avec une grande rapidité de décollage en pleine charge (près de 4 000 litres de carburant logés dans le réservoir de la carlingue).

Par contre, sa vitesse à l'atterrissage est relativement élevée en dépit des dispositifs de freinage, tels que volets d'intrados, etc. Ces quelques indications suffisent à mettre en évidence, dès maintenant, les qualités de l'appareil américain que vient d'adopter la « British Airways » de Londres.

LES FUTURS APPAREILS DE TRANSPORTS AÉRIENS POUR L'EXPLOITATION DE LA LIGNE DE L'ATLANTIQUE-NORD

L'aviation de transport est, en France, à l'ordre du jour de l'actualité — ce qui nous change quelque peu des questions intéressant les forces aériennes des armées de terre et de mer. Il s'agit des essais concernant l'exploitation de la future ligne superocéanique Europe-Etats-Unis. Actuellement, l'Allemagne (4), et aussi les Etats-Unis, achèvent de nouveaux dirigeables (5) pour le service Francfort-New York et la liaison Amérique du Nord-Amérique du Sud. Ses hydravions *Dornier* (deux moteurs) pour les transports postaux sont en cours d'expériences, en liaison avec les navires à catapultes qui leur servent de bases flottantes (elle possèdera bientôt quatre

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 229, page 17. — (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 218, page 124. — (3) Voir *La Science et la Vie*, n° 221, page 411.

(4) En dépit d'une catastrophe récente : « Hindenburg » incendié en mai 1937. — (5) Voir *La Science et la Vie*, n° 239, page 384.

bâtiments de ce genre). Deux hydravions de 16 t à flotteurs et propulsés chacun par quatre moteurs à huile lourde (*Junkers*) achèvent leur mise au point et seront catapultés par le nouveau dispositif Heinkel. En préparation, il existe un autre hydravion, à coque de gros tonnage (50 t), s'apparentant au fameux *Do.-X* (1), mais beaucoup plus rapide bien qu'à nombre réduit de moteurs. De son côté, la Grande-Bretagne possède ses hydravions à quatre moteurs *Shört* de 25 t qui, en « collaboration » avec les appareils américains *Sikorsky* (quatre moteurs), doivent assurer le trafic « en pool » entre les deux continents, au-dessus de l'Atlantique-Nord. Déjà, une base d'hydravions est en construction aux Bermudes. On prévoit, pour ces appareils, des vitesses de croisière de l'ordre de 260 km/h au minimum. Rappelons qu'il existe le *Composite Mayo* (2) qui, lui aussi, effectue des essais en vue d'assurer un service postal superocéanique. D'autre part, la Société Haviland poursuit l'achèvement de ses *Albatros* quadrimoteurs, dérivés du fameux *Comet* (3), qui triompha lors de la course Londres-Melbourne. Il est destiné, lui aussi, tout d'abord à l'exploitation postale. Enfin, les Etablissements « Short » ont commencé la construction d'hydravions transatlantiques quadrimoteurs de 40 t et d'une vitesse de croisière atteignant 300 km/h. L'Amérique (Etats-Unis) marche de pair avec l'Angleterre : outre les *Sikorsky* cités plus haut, elle prépare des quadrimoteurs *Gleen Martin* pour l'océan Atlantique comme elle en possède déjà sur le Pacifique. La Société « Boeing » aurait, elle aussi, paraît-il, en fabrication des hydravions de fort tonnage de plus de 40 t. Il est vrai que, de son côté, Sikorsky nous en prépare déjà un autre de plus de 55 t ! Pour les moteurs américains, c'est la célèbre firme « Wright » qui détient le succès avec son type en étoile à 14 cylindres d'une puissance en vol de 1 800 ch. Douglas envisage aussi la traversée aérienne régulière de l'Atlantique, puisqu'il compte présenter un quadrimoteur à cabine étanche pour navigation à haute altitude (vers 7 000 m environ) et qui transportera une trentaine de passagers. Si les essais pour parcours subterrestres sont déjà satisfaisants avec ces cabines « sous pression », il est probable qu'on les utilisera aussi pour le trafic à haute altitude, qui offre moins de dangers (givrage, brume, cyclones, etc.), en vue de la traversée aérienne permanente de l'Atlantique-Nord. Tel est, sommairement présenté, l'état actuel des projets en voie de réalisation, en Europe comme en Amérique, d'après les renseignements recueillis par notre collaborateur M. J. Le Boucher. C'est lui, on s'en souvient, qui, comme envoyé spécial de *La Science et la Vie*, a su mener à bien, en 1930, une enquête technique sur les progrès réalisés alors par les grandes nations aériennes d'Europe qu'il visita successivement (4).

LE FUTUR AÉROPORT DES « IMPERIAL AIRWAYS »

Le vieil aérodrome de Croydon va disparaître pour céder la place à un aéroport tout à fait moderne et mieux situé du point de vue géographique et météorologique. Le projet actuellement à l'étude consiste à construire la nouvelle base commerciale aérienne de l'Angleterre dans le duché de Kent, à Lullingstone (à environ 10 km de Dartford). Les autorités britanniques ont fort bien compris qu'il ne suffisait pas de réaliser des horaires aériens rapides d'aéroport à aéroport et qu'il importait aussi de relier rapidement les aérodromes aux grandes agglomérations (dans le projet actuel : Londres). Que de temps perdu, en effet, pour gagner Croydon en partant du centre de la « Cité » (de 50 à 60 minutes suivant l'encombrement) ! L'intérêt du projet en cours réside donc également dans la création de trains directs et rapides spécialement établis pour transporter les passagers aériens d'une nouvelle station, qui sera construite comme annexe de la gare de Victoria (quartier central de Londres : Charing Cross), jusqu'au nouvel aéroport de Lullingstone. La durée du trajet entre

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 148, page 335. — (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 239, page 384. — (3) Voir *La Science et la Vie*, n° 210, page 507. — (4) Voir *La Science et la Vie*, n° 155, page 355 ; n° 157, page 13 ; n° 168, page 447.

Victoria et Lullingstone serait inférieure à 30 minutes. L'horaire des trains serait réglé de façon à ce qu'une rame corresponde à chaque arrivée ou à chaque départ des avions exploitant les lignes régulières continentales et intercontinentales.

A PROPOS DE L'ENTRAÎNEMENT DES AVIATEURS MILITAIRES POUR LE P. S. V.

Le ministère de l'Air a prescrit récemment en France l'instruction des pilotes militaires en vue de les entraîner au pilotage sans visibilité (P. S. V.). Il est superflu de rappeler ici — au point de vue de l'aviation militaire — que, dans les attaques aériennes, les appareils utiliseront les « plafonds » bas, la brume, en un mot le manque de visibilité, pour accomplir leur mission entre deux couches de nuages de façon à se soustraire à la D. C. A. qui, elle, ne peut agir efficacement que par temps clair. C'est exactement le contraire de ce qui se passait pendant la dernière guerre où les avions ennemis ne « sortaient » que par beau temps pour venir survoler Paris par exemple. Nos équipages modernes, eux, doivent s'entraîner en vue du mauvais temps. Le pilotage sans visibilité se complète, comme chacun sait, par l'utilisation de la radiogoniométrie (méthode Z Z par exemple) (1). Or, pourquoi cette école d'entraînement à la navigation aérienne sans visibilité a-t-elle été installée à Istres (Bouches-du-Rhône) qui, à deux points de vue, ne paraissait pas désigné : d'abord, parce que dans la région méditerranéenne la visibilité (temps clair) est presque toujours bonne, et ensuite parce que le centre d'Istres nous paraît dépourvu d'installations adéquates dans le domaine de la radio.

MOTEURS « DIESEL » D'AVIATION

Il y a à peine cinq ans que la « Lufthansa » a équipé ses lignes aériennes d'appareils propulsés par moteurs du type Diesel, c'est-à-dire à combustion interne et à injection directe d'huile lourde. C'est la grande firme de Dessau qui a établi le célèbre moteur Junkers (*Jumo*) dont le modèle 205 de série a fait ses preuves sans défaillance réalisant ainsi le programme que les exploitants s'étaient proposé : *sécurité* (causes d'incendie presque totalement éliminées), *économie* (grand rayon d'action et dépense de combustible réduite), *régularité* (durée d'immobilisation minimum pour l'entretien, service et horaire scrupuleusement assurés). Aussi, il n'y a rien de surprenant à ce que l'Australie ait acquis récemment un Junkers *Ju 86*, bimoteur *Jumo 205* qui a été livré par la voie des airs de Dessau à Melbourne, soit à 22 000 km de distance. L'Allemagne dans la construction des moteurs à huile lourde a acquis une telle supériorité qu'elle détient en quelque sorte un monopole de fait dans le domaine de leur application à la locomotion aérienne (2). Elle se propose de se mettre sur les rangs pour les essais de la future ligne aérienne transatlantique Nord, précisément avec des appareils équipés de moteurs à huile lourde du type « Jumo », dont les avantages sont d'autant plus appréciables que les trajets à parcourir dépassent 1 000 km de vol sans escale. En effet, plus le rayon d'action est grand, plus le poids total

(1) On sait que le principe de la méthode Z Z est le suivant : l'avion est amené au terrain sur une direction fixée à l'avance, une fois pour toutes, et qui est en principe celle sur laquelle on dispose de la plus grande longueur possible sans obstacle. Pour cela l'appareil est guidé par des relèvements radiogoniométriques très fréquents qui lui sont donnés par un poste situé sur l'axe d'atterrissage et voisin de la limite du terrain. Un observateur placé dans la station gonio écoute l'avion et lui signale, lorsqu'il l'entend, le bruit de son moteur en précisant la direction d'où vient le bruit. Lorsque l'avion passe à la verticale du gonio, le signal « Z Z » est émis. À partir de ce moment, le pilote, qui sait qu'il est sur l'axe d'atterrissage et qu'il vient de passer au-dessus du gonio, termine sa descente en sachant qu'il est sur le terrain et peut atterrir si la visibilité et le plafond ne sont pas absolument nuls.

(2) Les Américains sont, après les Allemands, les plus avancés dans le domaine de ce que nous désignerons par le vocable : « Diesel d'aviation ». Actuellement des essais sont poursuivis aux États-Unis pour la mise au point de tels moteurs et l'année 1937 ne s'achèvera pas, croyons-nous, sans que certains appareils en soient pourvus. On sait que l'aéronautique allemande, même dans le domaine militaire, tend à généraliser l'emploi du moteur à huile lourde mis au point depuis déjà longtemps, d'où rayon d'action augmenté, capacité de transport des bombardiers accrue. La guerre espagnole (voir page 63) a cependant révélé de graves mécomptes à ce sujet dont on parlera un jour...

« moteur-combustible » avec le système d'huile lourde à injection directe favorise celui-ci, puisqu'il consomme moins que le système à carburation avec l'essence. L'expérience prochaine nous apprendra ce qu'il faut en conclure pratiquement en vue de la traversée régulière de l'Atlantique Nord (1).

L'AVION DANS LA LUTTE CONTRE L'OPIUM

Pour dépister en Egypte les plantations de pavot (opium), de haschisch (ou autres plantes narcotiques dont l'exploitation est interdite), la police a maintenant recours à l'avion et à la photographie aérienne. Les cultivateurs fraudeurs mettent en effet à profit les hautes tiges des cultures de maïs ou de cannes à sucre pour y dissimuler, dans certaines régions, leurs plantations interdites, croissant ainsi à la faveur de ce camouflage qui les déroberait aux investigations des inspecteurs circulant sur les routes. Ceux-ci passent donc à proximité sans les apercevoir. Désormais, la tâche sera rendue encore plus difficile aux fraudeurs grâce à ces investigations de la police aérienne. Et voici comment : quand on survole un champ de maïs, par exemple, qui renferme secrètement des plantes prosrites, on constate aisément une dissemblance de teinte provenant de la différence de couleurs des feuilles de maïs et du pavot. Si, alors, l'observateur prend des photographies dans les régions ainsi survolées, il rapporte à la « base » des clichés qui révèlent immédiatement la présence des cultures interdites et les localisent sur une carte sans aucune difficulté.

A PROPOS DE LA RIVALITÉ ÉCONOMIQUE INTERNATIONALE

Deux professeurs à l'Académie navale des Etats-Unis, W.-O. Stevens et A. Wescott, dans un ouvrage récent (2), ont envisagé dans leur conclusion l'avenir de la puissance maritime et l'influence des inventions de la science appliquée sur le combat naval de demain. Les océans ne sont plus aujourd'hui des barrières efficaces entre nations, car la radio comme la vitesse et l'autonomie des navires les ont réduits en quelque sorte à la dimension d'étangs ! Le splendide isolement n'est qu'un leurre : les pièces de l'artillerie moderne peuvent en effet, de Calais, bombarder Londres en dépit de la « Home fleet ». Les grands espaces — qu'ils soient de terre ou de mer — sont aisément franchis par l'aviation et, dans les océans, le sous-marin demeure — jusqu'à nouvel ordre — un engin redoutable. Progressivement, les routes jadis illimitées des océans seront aussi supplantées par les routes aériennes encore plus illimitées dans l'espace et dans le temps. Et nos spécialistes américains d'affirmer que cette « liaison » plus étroite des peuples amènera aussi facilement la guerre que la paix. La structure économique de l'Europe, en dépit de son interconnexion économique, n'a pas empêché la guerre mondiale de 1914. Les causes de conflit — populations en voie d'accroissement continu, convoitises de terres plus riches, opposition de races, impérialisme colonial ou autre, etc. — subsistent aujourd'hui comme hier, car la rivalité économique des nations dans leur développement commercial dresse inévitablement celles-ci les unes contre les autres. Il y a donc encore place pour les flottes militaires, dont la mission est précisément d'assurer la puissance maritime aux grandes nations et d'« intimider » celles qui, trop ambitieuses, n'hésiteraient pas à troubler la paix si elles s'estimaient devoir être les plus « fortes ».

(1) Les appareils spécialement en voie de construction pour les essais à effectuer très prochainement au-dessus de l'Océan Atlantique-Nord — où les vents sont plus forts que sur le Pacifique — sont, actuellement aux Etats-Unis, les deux quadrimoteurs *Boeing* et *Douglas*, alors que la Grande-Bretagne pousse activement la mise au point du nouvel avion (à 4 moteurs) *Haviland*.

(2) *Sea Power : Histoire de la puissance maritime*, Paris 1937.

CHARS D'ASSAUT ET DOCTRINES DE COMBAT EN U. R. S. S. ET EN ALLEMAGNE

L'arme des chars de combat — ou arme blindée — est à l'ordre du jour des nations militaires, qui se livrent actuellement à des expériences en vue d'en dégager une doctrine d'emploi, pour les grandes unités mécanisées, sur le champ de bataille. Il suffit de parcourir les articles récents publiés à ce sujet dans différents pays pour se rendre compte de l'importance des problèmes à résoudre. Il est incontestable que l'Allemagne et l'U. R. S. S. sont les plus avancées dans l'établissement des théories relatives à cet emploi — tactique et stratégique — de l'arme blindée.

DANS une étude présentée ici (1) par un officier général français particulièrement compétent en la matière, nous avons montré que l'Etat-Major général du III^e Reich avait déjà constitué trois divisions blindées (« Panzerdivisionen ») représentant au total environ 1 500 chars d'assaut. Trois autres divisions seraient en voie de formation grâce à une réorganisation plus rationnelle des grandes unités lourdes antérieurement créées (2).

La doctrine allemande relative à l'arme blindée envisage et l'action offensive des unités mécanisées et leur coopération avec les autres armes, qui doivent, bien entendu, évoluer depuis l'apparition dans la bataille de cette arme, mobile, rapide, particulièrement apte à se déployer sur le terrain de l'action.

On sait quels progrès ont été réalisés, en Europe comme aux Etats-Unis, au point de vue de la vitesse de déplacement des chars

de combat. (Le « Christie » américain modèle 1932 léger, pesant seulement 5 t, atteint sur route : 193 km/h sur roues et 96 km/h sur chenilles. Les Etats-Unis et l'U. R. S. S. sont les seuls à avoir adopté ce matériel. Le modèle lourd français type D de 92 t ne dépasse pas 18 km/h).

Ces engins ont été tellement perfectionnés ces derniers temps qu'ils nécessitent, par voie de conséquence, une transformation parallèle des différentes armes à engager dans l'offensive.

Les éléments qui forment aujourd'hui une unité blindée sont munis d'une protection plus ou moins efficace, d'une puissance de feu plus en plus grande, et de sérieuses améliorations ont été réalisées quant aux instruments de pointage, à la visibilité, à la transmission.

Mais au fur et à mesure que l'arme blindée se révélait plus redoutable, les moyens de défense (3) de l'adversaire s'affirmaient aussi

déplacer surtout les routes et chemins (les engins « tous terrains » n'abandonnant, répétons-le, les chaussées que pour combattre ou au moment d'entrer en action), c'est sur ces lieux de passage que seront de préférence disposées les unités chargées d'assurer la défense. Le fusil antichar, récemment mis au point, tire coup par coup un obus de 20 mm pesant environ 150 gr. Cette arme portative de 30 kg environ est maniée par deux hommes, et même un seul à la rigueur suffit. Les essais ont été concluants, puisque grâce à la grande vitesse initiale du projectile spécial en acier, un tel fusil perce à 500 m un blindage (même en acier spécial) de 15 mm d'épaisseur. Une ligne d'infanterie ainsi équipée est très redoutable pour une attaque de chars même de moyen tonnage, mais pour éviter que cette ligne ne soit emportée par l'assaillant, elle doit s'appuyer sur une ligne d'artillerie formée de canons spéciaux qui, ceux-là, peuvent perforer tous les blindages actuellement existants dans les unités blindées. Ces pièces du calibre de 37 à 47 mm tirent à très grande vitesse initiale (de l'ordre de 800 m/sec, au minimum) des obus de 1 500 gr qui traversent une plaque de blindage épaisse de 30 mm et même plus à 500 m de distance. La cadence du tir est de 40 projectiles à la minute. Le poids de la pièce ne dépasse pas 400 kg. Ces canons d'infanterie répartis en quan-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 236, page 87.

(2) L'un de nos collaborateurs qui revient d'Allemagne a signalé que, pour des raisons de crédit sans doute et aussi de prudence à la suite des leçons d'Espagne, la construction des engins motorisés subissait un temps d'arrêt. De plus, il a constaté l'existence de nombreuses unités de cavalerie non motorisées.

(3) Au fur et à mesure que l'arme blindée motorisée s'affirmait plus efficace, en dépit de certains mécomptes toujours inévitables, la défense réalisait elle-même de sérieux progrès dans les moyens mis en œuvre. Parmi ceux-ci, les armes antichars (fusils spéciaux, mitrailleuses spéciales, canons spéciaux) s'avèrent particulièrement efficaces. M. Bereux, ancien élève de l'Ecole Polytechnique, a montré récemment comment on organise la défensive contre une attaque d'éléments blindés : le premier échelon est constitué par l'infanterie (bataillon de combat) qui dispose de fusils antichars ; en arrière (à 1 km environ) se trouvent les canons spéciaux (de 37 à 47 mm). Le deuxième échelon constitué par le bataillon d'alerte se trouve à environ 3 km du premier et dispose également de fusils et canons antichars. Enfin, plus en arrière encore (moins de 1/2 km), c'est la zone de l'artillerie de campagne. Ce dispositif échelonné représente donc en profondeur à peu près 6 km. Comme les unités motorisées empruntent pour se



FIG. 1. — UNE SECTION DE CHARS D'ASSAUT AMÉRICAINS DU TYPE « CHRISTIE » (MEDIUM TANK T 3) EN DÉPLACEMENT SUR ROUTE

Ces chars d'assaut pèsent 9,5 t à vide et sont protégés par des plaques de blindage de 16 mm d'épaisseur. Pour la circulation sur route (vitesse limitée par régulateur automatique à 80 km/h) ils reposent sur huit roues doubles munies de pneumatiques pleins à suspension indépendante. A travers tous terrains (vitesse limitée à 48 km/h), ils utilisent des chenilles en acier dont la mise en place demande une demi-heure. L'armement comprend un canon de 37 mm et une mitrailleuse de 7,6 mm sur le même affût en coupole tournante. La propulsion est assurée par un moteur de 350 ch et la provision d'essence de 337 litres permet de couvrir, sans ravitaillement, une distance de 400 km sur route et 275 km à travers tous terrains. Des chars d'un modèle semblable construits en U. R. S. S., sont en service dans l'armée soviétique.

plus efficaces (armes portatives et pièces antichars, etc.). Cette évolution oblige maintenant les engins motorisés à mettre en œuvre toute leur vitesse pour se soustraire au feu de l'ennemi, soit qu'il utilise son artillerie et armes antichars, soit qu'il emploie ses propres unités blindées.

Aujourd'hui, qu'il s'agisse de l'arme terrestre comme de l'arme aérienne, la vitesse constitue, en effet, l'un des meilleurs facteurs pour assurer sa défense.

tité suffisante dans les formations de combat, joints aux fusils spéciaux, forment les armes « antitanks » par excellence, car ils constituent une barrière de projectiles difficile à franchir par les chars d'assaut adverses qui sont le plus souvent ainsi mis hors de combat ou immobilisés. Un autre moyen pour « arrêter » les engins mécanisés et motorisés réside non seulement dans les obstacles naturels (cours d'eau, marais, ravins abrupts), mais aussi dans les barrages de mines disposés à cet effet sur les routes, les chemins forestiers, etc. Il y a divers procédés pour leur emploi : mines-fronde (explosifs posés à terre reliés à un fil de fer disposé entre deux arbres avec détonateur fixé à un piquet fiché dans le sol). Lorsque le tank arrive sur le fil invisible, la mine est projetée sur ses parois et éclate ; mines suspendues (comportant deux fils tendus, dont l'intérieur est arraché au passage du char et alors la mine tombe sur le toit). Il existe encore d'autres procédés pour entraver l'avance des tanks : pieux enfoncés dans le sol ;

Engins blindés de reconnaissance et de combat

Si on examine l'état actuel de l'arme blindée dans une armée moderne, on peut classer les éléments qui la composent en deux catégories : les troupes blindées de *reconnaissance*, qui jouent le rôle dévolu à la cavalerie, les troupes blindées de *combat* constituées en unités plus ou moins importantes. Elles sont — comme leur nom l'indique — destinées à

réseaux de fil de fer *pliants* dans les multiples boucles desquels viennent s'empêtrer les assaillants ; fossés camouflés (profonds et larges) où le char pique du nez ou se retourne. Tous ces dispositifs ont évidemment pour but de réduire la vitesse des engins ou de les immobiliser, ce qui permet alors au défenseur d'utiliser ses armes spéciales avec plus de précision et plus d'efficacité.

Il n'est pas douteux que l'arme cuirassée fera encore beaucoup de progrès et que dans la bataille moderne elle ne soit appelée à jouer un rôle déterminant, car les chars d'assaut suivis de leurs chars ravitailleurs utilisés en grand nombre peuvent, en dépit des organes de défense, enfoncer un front ennemi si l'Etat-Major veut y mettre le prix ! Ces vagues de « cuirassés terrestres » se succédant rapidement pour submerger les lignes de résistance jusqu'à épuisement peuvent, en effet, contribuer pour une large part au succès d'une offensive... Mais, là encore, la défensive n'a pas dit son dernier mot.

l'action décisive, au même titre que les autres armes aux prises avec l'ennemi. Les unités de reconnaissance sont équipées, de par leur mission même, avec des engins rapides et à grand rayon d'action, mais offrant, hélas ! une faible protection. Par contre, les unités de combat possèdent un matériel plus puissant et mieux protégé : chars *légers* de 15 t, protection, 20 à 30 mm ; mitrailleuses et pièces antichars de 20 à 40 mm ; vitesse routière, 20 km/h ; vitesse « tous terrains » 15 km/h ; chars *moyens* de 30 t (artillerie, 60 à 100 mm ; protection, 15 à 30 mm ; vitesse, 20 km/h sur route, 15 km/h sur le champ de bataille (1).

La puissance du feu pour un char de combat est, comme pour le navire de combat, une qualité militaire capitale (2). Il s'agit, en

(1) Il existe aussi des chars *lourds* de 70 t (non endivisionnés) destinés à agir contre les positions fortifiées.

(2) Pour le tir efficace des canons et armes automatiques à bord des tanks, il faut des projectiles animés d'une grande vitesse initiale et une cadence de tir rapide. On utilise des projectiles traceurs pour rectifier le tir, afin d'atteindre les objectifs mobiles (emploi d'instruments d'optique de précision pour les visées). Enfin, la suspension du véhicule ne doit être ni trop souple, ce qui nuirait à la stabilité du tir, ni trop dure, pour amortir les chocs de la route.

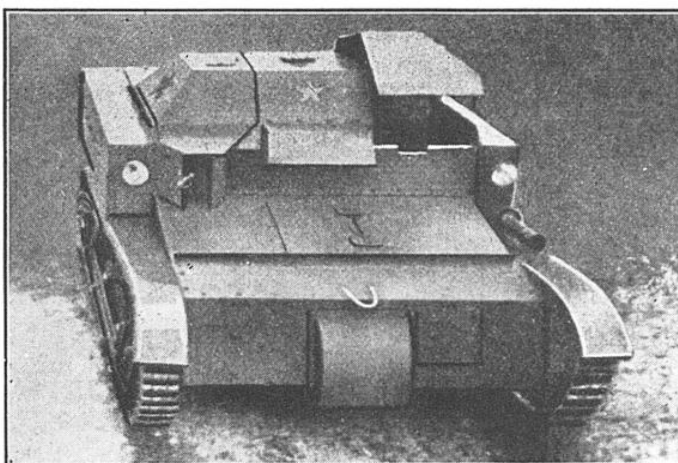


FIG. 3. — CHAR D'ASSAUT RUSSE LÉGER TYPE « VICKERS-CARDEN-LOYD » (T 27)

Cet engin pèse 1,7 t et est équipé d'un moteur de 25 ch (quatre cylindres). Il atteint en terrain varié, une vitesse de 40 km/h. L'épaisseur de son blindage va de 6 à 9 mm et il est armé d'une mitrailleuse. Ce modèle, reproduit en U. R. S. S. à des milliers d'exemplaires, dérive du modèle britannique Carden-Loyd, adopté par de très nombreux pays du monde entier.

effet, de percer la cuirasse des chars adverses et aussi les boucliers des canons antichars, d'où l'emploi de pièces à tir rapide et à grande vitesse initiale (de l'ordre de 900 m/s).

La doctrine d'emploi de l'arme cuirassée

Les grandes unités de chars de combat se préparant à l'attaque se groupent en arrière des lignes du front, afin d'être hors de portée de l'artillerie ennemie. Tout étant prêt pour l'assaut, voici comment on conçoit aujourd'hui les dispositifs de combat : sur un large front et sur plusieurs échelons, les compagnies de chars (chars légers et chars moyens) s'avancent toutes ensemble.

En vue de paralyser les moyens défensifs de l'adversaire, chaque échelon a sa mission bien définie : au premier, celle de désorganiser le dispositif adverse (postes de commandement, etc.) ; au second, celle de détruire les batteries ennemies ; au troisième, celle d'accompagner l'infanterie dans sa progression et de lui permettre de conquérir le terrain. Lorsque cette attaque de chars se développe sur le ou les secteurs choisis pour l'offensive, il importe, avant



FIG. 2. — AUTOMOBILE BLINDÉE AMPHIBIE TYPE « FORD », CONSTRUITE EN U. R. S. S.

Cette automobile blindée à six roues (9 t) est armée d'un canon de 37 mm dans la tourelle principale, d'une mitrailleuse dans la tourelle droite avant, qui est fixe, et d'une autre mitrailleuse dans la tourelle arrière tournante. Les plaques de blindage, entièrement soudées, ont de 11 à 14 mm d'épaisseur.

Sur route, cet engin, atteint une vitesse de 65 km/h.

tout, de combattre les chars opposés qui constituent les plus redoutables adversaires. A ce moment également, des contre-attaques de chars peuvent se produire : pour y résister, les « tanks » se *fixent* sur le terrain et tentent d'arrêter par leur feu les éléments blindés de l'adversaire qui s'avancent sur eux. Si, au contraire, ces éléments se dérobent au combat, il importe alors de les

celle-ci doit être précisément montée en fonction de la manœuvre des chars : choix du terrain, direction de l'attaque, appuis d'artillerie. Il a insisté sur ce point à savoir que, en aucun cas, il ne faut employer de chars lents affectés exclusivement à l'accompagnement de l'infanterie. Ils seraient voués à un échec certain vis-à-vis des chars plus rapides qu'eux, même avec un armement égal. Le



FIG. 4. — CHAR DE COMBAT RUSSE DE 7 TONNES MODÈLE « VICKERS-ARMSTRONG » (T 26)
Ce char, qui dérive du modèle anglais Vickers Armstrong, est armé, soit de deux mitrailleuses de 7, 69 mm (6 000 coups en réserve), soit d'une mitrailleuse de 7,69 mm et d'une de 12, 7 mm (avec respectivement 3 000 et 1 000 coups en réserve). L'épaisseur du blindage est de 13 mm pour la tourelle et de 8 mm pour le corps du char. Le champ de tir horizontal est de 265°. La vitesse de cet engin est de 35 km/h, avec un moteur de 90 ch (à quatre cylindres horizontaux). Certains chars de ce type sont équipés de T. S. F. avec une antenne circulaire qui entoure la tourelle.

poursuivre vigoureusement pour chercher à les détruire. Un écrivain militaire particulièrement qualifié a examiné récemment (sous les initiales M. I. R.) quelle devait être la doctrine d'emploi des chars de combat au cours de la phase dite de *rupture*. Il s'agit, en effet, de savoir si les chars doivent être subordonnés à l'infanterie ou non. A cette question encore controversée, ce spécialiste a répondu qu'il fallait que ces deux armes coopèrent en liaison aussi parfaite que possible, en tenant compte que les chars constituant l'arme de combat essentielle au moment du débouché de l'attaque,

char rapide pour la rupture — comme pour l'exploitation du succès — s'impose donc.

Pour cette exploitation (si, bien entendu, la rupture se produit), les éléments blindés doivent alors opérer dans le cadre des grandes unités comportant, celles-là, les armes complémentaires (infanterie, artillerie, génie, aviation) appelées à *agir* avec elles. C'est ce qui a motivé le transport (sur tous terrains par véhicules appropriés) des fantassins, dragons portés. A eux la tâche de frayer les passages, de vaincre les îlots de résistance, d'occuper finalement et définitivement le terrain. Voilà pour l'infanterie.

Voici pour l'artillerie : elle doit exécuter des tirs de préparation, puis de concentration lorsque l'attaque débouche avec, comme objectif, les zones difficilement accessibles aux chars ; elle aveugle les observatoires de l'ennemi, gêne le tir de ses armes antichars (repérées par obus fumigènes). Il importe donc que cette artillerie, pour continuer son appui, soit tractée ou portée (affûts automoteurs). Il en est de même du reste pour l'accomplissement des missions qui incombent au génie. Quant à l'aviation, elle doit agir par grandes masses, en liaison constante avec l'arme blindée qu'elle renseigne, tandis que ses bombardiers désorganisent le front adverse (réserves concentrées à l'arrière, dépôts de munitions, cantonnements, quartiers généraux, convois de ravitaillement, etc).

Ceci dit, il faut surtout retenir qu'une attaque de chars doit être lancée à grande vitesse (minimum de pertes, maximum de surprise) et par formations massives et échelonnées.

Elle doit aussi agir en profondeur en engageant dans la bataille ces grandes unités soigneusement constituées *dès le temps de paix* (unités blindées, infanterie, artillerie, etc.). Un seul commandement d'ensemble exercé dès le temps de paix sur ces armes rapides — par opposition aux armes lentes — ainsi qu'une organisation permanente de ces grandes unités rapides constituent, en effet, les facteurs essentiels seuls capables d'assurer à l'arme blindée le succès qui doit dépendre, pour une très large part, des engins mécaniques. C'est ce qui apparaît, tout au moins, en Allemagne comme en U. R. S. S., où on a enregistré un développement relativement considérable de l'arme blindée par rapport aux anciennes armes trop « lentes ». C'est pourquoi l'Etat-Major soviétique, disposant déjà de près de 5 000 chars, en fabrique annuellement environ 500 (1) à la cadence actuelle.

(1) Les spécialistes en U. R. S. S. se sont préoccupés de ravitailler en carburant non seulement par chars ravitailleurs, mais aussi par avions, les chars en action pendant le combat. Les leçons de cette expérience ne semblent pas très concluantes. En Ethiopie,

L'arme blindée en U. R. S. S. et en Allemagne

Les types actuellement en service en U. R. S. S. s'inspirent, de toute évidence, de ceux des Allemands : les uns, de 3 t, sont destinés aux missions de reconnaissance ; les autres, de 10 t, pour la destruction et le combat ; enfin les chars de 25 t, pour la rupture. Suivant leur catégorie, l'armement comporte des canons de 35, 45 et 75 mm, avec des blindages de 15 à 25 mm et même plus, en tenant compte du tonnage du tank. Jusqu'ici, leur doctrine d'emploi s'apparente aussi à celle des Allemands, tant au point de vue de la rupture du front adverse que de l'exploitation en cas de succès. C'est pour

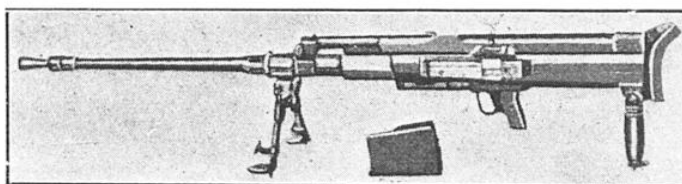


FIG. 5. — CETTE ARME PORTATIVE ANTICHARS, DE FABRICATION SUISSE, A UNE ACTION EFFICACE CONTRE LES ENGINS BLINDÉS JUSQU'À UNE DISTANCE MAXIMUM DE 500 M. Le calibre de cette arme est de 2 cm et la présence d'un frein de bouche rend son recul supportable pour l'épaule du tireur. L'obus de rupture, qui pèse 140 gr, a une vitesse initiale de 750 m/sec et peut perforer une plaque de blindage de 25 mm à 500 m de distance.

ces motifs qu'on échelonne les chars, soit en vue de leur *action lointaine*, soit en vue de l'*appui éloigné* contre l'artillerie ennemie, soit enfin en vue de l'*appui direct* qui doit permettre à l'infanterie de progresser. Pour l'Etat-Major

soviétique, l'arme blindée est, par excellence, celle de l'offensive comme de la défensive, qu'elle soit employée par grandes unités en liaison avec les autres armes, ou qu'elle manœuvre pour son propre compte.

Lorsque le Commandement « monte » une attaque de chars, ceux-ci sont rassemblés à une dizaine de kilomètres en arrière des lignes. Chaque catégorie se déplace dans l'ordre indiqué ci-dessus (page 59). Non seulement ils usent de fumées artificielles pour se dissimuler dans leur progression, mais aussi certains chars pour la reconnaissance sont même amphibies. Lors de l'offensive, les différents éléments constituant les différents échelons « débouchent » sur le terrain en vagues successives séparées par quelques kilomètres, de façon à ce que la dernière pro-

l'armée italienne avait déjà, pendant la campagne, été ravitaillée de cette façon dans les régions où les éléments combattants les plus avancés ne pouvaient être joints par voie terrestre. Enfin, l'U. R. S. S. envisagerait également l'emploi des parachutistes intervenant en liaison avec une attaque de tanks, pour accomplir, à l'arrière des lignes ennemies, des missions dites spéciales. (Voir *La Science et la Vie*, n° 237, page 204.)

gresse en *appui direct* avec l'infanterie. Si le succès couronne l'attaque, alors les grandes unités blindées entrent en action pour l'*exploitation* et la *poursuite*. A ce moment, le Commandement fait également appel aux chars de rupture qui, ayant atteint leurs objectifs, sont désormais disponibles et ont pu être par suite regroupés en des points désignés par l'ordre de bataille. On voit que les missions des chars sont multiples — dans l'attaque comme dans la contre-attaque — soit pour culbuter une division, par exemple, soit pour bouleverser des formations blindées ennemies qui, de leur côté, se disposent, elles aussi, à attaquer. Il va de soi (nous l'avons indiqué antérieurement) que l'infanterie, l'artillerie, l'aviation *doivent* strictement coopérer à l'action en liaison avec l'arme blindée, dont elles sont les compléments indispensables.

Telle est, schématiquement présentée, la conception soviétique des missions à remplir par les chars de combat dans la bataille. Le rédacteur qui signe M. I. R. a très judicieusement fait remarquer, à ce propos, qu'un tel matériel (aussi abondant que varié) exige par suite de nombreux spécialistes, des cadres et aussi un réseau routier permettant à ces masses blindées de se déplacer aisément et rapidement, car la circulation en « tous terrains » reste l'exception au moment même de l'action.

Ce n'est pas le cas de la Russie actuellement, contrairement à l'Allemagne (1) qui, elle, dispose d'un magnifique réseau de routes ordinaires et d'autostrades ! Or, la mobilité, répétons-le, est une condition essentielle du succès. Quoi qu'il en soit, l'U. R. S. S. a considérablement développé la mécanisation et l'organisation de nombreuses unités dont elle attend beaucoup dans la guerre moderne.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 240, page 461.

Mais certains estiment que ce sont les Allemands qui ont le plus poussé les solutions pour répondre aux nouveaux problèmes posés. C'est ainsi qu'ils sont loin de méconnaître la valeur du facteur armes antichars : des engins nouveaux à grande puissance, à tir rapide, disposant d'appareils de visée précis, à projectiles spéciaux, se montrent maintenant capables de détruire les engins mécanisés, de disloquer leurs formations, de les immobiliser. L'Etat-Major du Reich, devant une telle constatation, a reconnu, en effet, que, pour échapper au feu des armes antichars, il n'y avait qu'un

moyen : la vitesse, d'où la construction de véhicules militaires de plus en plus rapides. Il préconise aussi, dans le même but (réduction des pertes), d'engager les chars, autant que possible, par surprise et simultanément. C'est aussi dans ce même ordre d'idées qu'il recommande de grouper les tanks par grandes masses, pour que les armes antichars

soient alors débordées par les assaillants.

Cet exposé, aussi bref que possible, permet néanmoins de se faire une idée suffisamment exacte des théories actuellement en honneur dans deux des plus grandes armées modernes, qui assignent un rôle de premier plan à la force mobile blindée, parce qu'elle possède cette qualité essentielle : la vitesse. Poursuivant la tradition de la cavalerie, cette « arme » nouvelle est ainsi appelée, avec une puissance accrue, à devenir comme elle l'arme du choc et de l'exploitation. Au fur et à mesure de l'évolution des matériels mis en œuvre, les théories se transformeront inéluctablement... mais, comme dans toutes applications engendrées par le progrès scientifique, la doctrine la plus rationnelle se dégagera et se stabilisera après le stade concluant de l'expérimentation. (1)

(1) Voir l'article suivant de ce numéro.

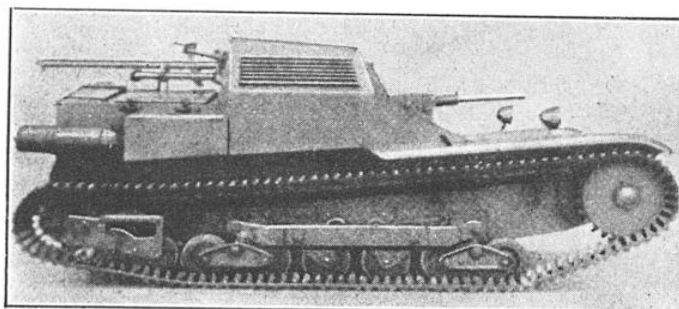


FIG. 6. — CHAR DE COMBAT LÉGER ITALIEN MODÈLE « FIAT-ANSALDO » (M 33)

Cet engin est armé d'une mitrailleuse légère (4 800 coups en réserve) et l'épaisseur de son blindage varie entre 5 et 13 mm. Sa vitesse maximum en terrain varié est de 42 km/h et son poids est de 3,5 t. Il est équipé d'un moteur de 40 ch placé à l'arrière. Au-dessus du moteur, on aperçoit le trépied de la mitrailleuse, tenu en réserve pour le combat à pied. La mobilité de cet engin est très grande et il peut, en particulier, effectuer un demi-tour complet dans un rayon de 4 m. De nombreuses unités motorisées italiennes en sont dotées.

QUELQUES ENSEIGNEMENTS DE LA GUERRE D'ESPAGNE

LES événements militaires d'Espagne ont permis, pour la première fois, depuis la fin des hostilités en 1918, de mettre à l'épreuve du feu les théories et les doctrines d'emploi des nouveaux matériels utilisés soit dans le combat aérien, soit dans le combat terrestre (engins motorisés notamment). On ne saurait évidemment comparer les moyens techniques et les conditions de la guerre civile d'Espagne à ceux dont disposeraient les armées en campagne des grandes puissances militaires telles que France, Allemagne, Italie, U. R. S. S., Grande-Bretagne, pour ne parler ici que des nations européennes. Mais il est cependant possible et utile d'en tirer déjà quelques enseignements pratiques.

Aviation et défense contre avions

Au point de vue de l'aviation, certaines observations recueillies récemment par des spécialistes (voir R. A. A., n° 91) nous permettent de nous faire une idée assez exacte sur les matériels et leur mise en œuvre, qu'ils soient de construction allemande, italienne, soviétique, française, montés ou non par des équipages de différentes nationalités ou par les Espagnols eux-mêmes. Voici les appareils qui, selon nous, méritent d'être plus particulièrement retenus aussi bien pour en dégager les avantages que les inconvénients constatés dans leur emploi. L'armée du général Franco comprend comme « chasseurs » des *Heinkel* et *Arado* (allemands) et des *Fiat* (italiens) et comme « bombardiers » des *Savoia*, *Marchetti*, *Caproni* (italiens) et des *Junkers* (allemands), soit au total, vers le début de cette année, au moins 200 avions. Au point de vue de la puissance de feu, ce sont les *Heinkel* et les *Arado* qui sont les mieux armés et les mieux défendus, à l'encontre de certains autres avions à tourelles difficilement manœuvrables ou mal disposées (pour le tir) ou encore aisément vulnérables (radiateurs d'eau et d'huile, réservoirs d'essence particulièrement exposés aux projectiles adverses, d'où incendies fréquents). Dans le combat contre les troupes terrestres, il faut noter que les avions italiens se sont montrés

particulièrement redoutables (bombes et mitrailleuses).

Du côté des forces gouvernementales ce sont les avions de l'U. R. S. S. (1) qui se sont révélés parmi les plus efficaces tant par le nombre (environ 200) que par la qualité des appareils tels que : chasseurs *I. 15* et *I. 16* armés de 4 mitrailleuses synchronisées (2), équipés en P. S. V. et à horizon « Sperry » (3) et d'une puissance de 650-730 ch (monomoteur sans compresseur, biplan à fuselage court) pesant environ 1 t, pouvant réaliser des vitesses de 100 à 350 km/h et construits en bois et métal. Leur rayon d'action évalué en heures est de l'ordre de 2 h 1/2. Au contraire, l'avion *I. 16* est un monoplan à ailes basses, à fuselage court pourvu de volets de courbure (4), d'atterrisseurs escamotables, de freins à main et à compresseur (rétablissant la puissance à 2 500 m) (5). Sa vitesse dépasserait 450 km/h et son rayon d'action 2 h (armement : 2 mitrailleuses d'aile à tir accéléré). Quant aux bombardiers soviétiques, ce sont des bimoteurs du type *S 18*, monoplans extrêmement rapides (425 km/h) et très maniables, utilisés à la fois comme triplaces de combat et de bombardement (munis de tous les perfectionnements comme sur le précédent) mais à plus grand rayon d'action (5 h environ avec charge de 600 kg de bombe) et un armement de 2 mitrailleuses et un équipage de un mitrailleur-bombardier et un mitrailleur-radio, sans tourelle. Par suite de leur remarquable vitesse, de tels appareils peuvent agir sans le concours des chasseurs d'accompagnement comme cela est encore nécessaire pour la plupart des bombardiers.

A noter également que, pour le combat aérien, tous les équipages soviétiques sont

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 235, page 3.

(2) Certaines mitrailleuses synchronisées (type « Breda ») tirent des balles perforantes à noyau d'acier, puis des balles traçantes et ordinaires sur bandes à mitrailleuses de 750 cartouches dans l'ordre suivant : 1 perforante, 1 traçante, 3 ordinaires.

(3) L'horizon artificiel Sperry matérialise, au moyen d'un système gyroscopique, la direction horizontale.

(4) Voir *La Science et la Vie*, n° 209, page 377.

(5) Voir *La Science et la Vie*, n° 178, page 269.

munis de parachutes (1). Ce qu'il faut remarquer aussi, c'est l'importance que présente un *camouflage* convenablement effectué suivant les règles de l'art pour dérober le terrain aux vues des bombardiers. Des spécialistes, tous d'origine russe, ont dans ce domaine acquis une maîtrise remarquable. Quant aux groupes de D. C. A. motorisés (sur chenilles), les résultats obtenus par les nouveaux dispositifs mis au point récemment par les Allemands ont obligé le plus souvent les aviateurs à ne plus descendre au-dessous de 2 500 m ! En U. R. S. S. certains matériels, construits depuis peu, s'inspirent nettement de ces conceptions germaniques en matière de défense aérienne terrestre. Au cours des combats aériens livrés en territoire espagnol au cours de ces derniers mois, on a remarqué que les attaques contre les bombardiers se produisaient surtout par l'arrière, d'où nécessité de protéger l'appareil volant par un blindage entourant l'habitacle du ou des pilotes. De cette protection dépend, en effet, l'existence même de l'appareil et de son équipage. Ce blindage de protection affecte actuellement la forme du corps du pilote et le dos des sièges qui en est également pourvu. Ceci souvent évite les ravages de ces nouvelles balles perforantes à noyau d'acier de plus en plus redoutables (déchirures des tôles, même épaisses de 2 cm). Mais, ainsi que nous l'avons maintes fois signalé, la supériorité dans la *vitesse* constitue la meilleure défense pendant le jour. Disons maintenant un mot du rôle du compresseur sur l'avion de combat : si l'engagement aérien a lieu entre 100 et 3 000 m, nul besoin de compresseur, car les monoplaces qui en sont munis sont destinés à combattre entre 4 000 et 10 000 m. Aussi les *Arado 68* comme les *Heinkel 52*, démunis de compresseurs (2), se sont montrés supérieurs aux avions à

compresseur, car ils les surclassent au point de vue maniabilité et les égalent au point de vue de leurs qualités militaires. L'avantage pour l'avion à compresseur est de pouvoir gagner rapidement de l'altitude — son refuge — de 3 000 m par exemple à plus de 6 000 m car la vitesse ascensionnelle d'un monoplace à compresseur s'affirme supérieure à partir de 4 000 m, précisément dans des conditions où la poursuite de l'adversaire s'avère alors inopérante. Toujours d'après les observations recueillies par des combattants de l'aviation, l'expérience semble avoir démontré que les mitrailleuses synchronisées, tirant à travers le champ de l'hélice et placées devant le pilote, sont de beaucoup préférables aux mitrailleuses disposées dans les ailes qui sont forcément commandées à *distance* et inaccessibles au tireur. Des expériences prolongées pendant plusieurs mois, il résulte encore qu'il y a beaucoup à faire pour réaliser la coopération complète entre aviateurs et fantassins, aussi bien pour la défensive que pour l'offensive. C'est vers un tel but essentiel que tend la tactique allemande en vue d'obtenir la liaison de l'arme aérienne (évoluant entre 100 et 2 000 m) et les troupes terrestres. Une autre constatation, non moins importante que la précédente, réside dans ce fait qu'il faut, avant tout, éviter la complication dans les appareils de chasse modernes, afin de ne pas être obligé de faire appel exclusivement à des pilotes spécialisés, par suite difficiles à recruter et longs à former. Il ne faut donc pas abuser des types spéciaux d'appareils qui exigent précisément ces pilotes spécialisés et ne conviennent aucunement aux pilotes « moyens » qui doivent surtout constituer les réserves de personnel de l'armée de l'air.

Enfin, encore un autre point important à rappeler ici : la pratique paraît avoir dé-

(1) Dans le cas où un pilote est obligé de sauter en parachute au cours d'un combat ou d'une attaque, les mitrailleurs adverses le prennent pour cible pendant la chute du parachutiste au ralenti, d'où obligation de n'ouvrir le parachute qu'à 150 m du sol seulement. (Voir n° 237, page 204).

(2) L'aviation du général Franco porterait depuis peu des appareils allemands *Dornier* légers pour le bombardement, pouvant, à 450 km/h, transporter 600 kg de bombes et un équipage de 2 hommes et des *Heinkel* récents pour les mêmes missions et pouvant (par suite de leur remarquable vitesse) les mener à bien sans être protégés par les monoplaces de chasse. Leur armement consiste en mitrailleuses de dernier modèle (tir accéléré, aisément maniables, précision). A ce propos, un officier « observateur », qui revient d'Espagne, signale leur supériorité par rapport aux bombardiers français *Potez 54* qui se sont révélés inférieurs dans la bataille aux avions soviétiques, italiens et allemands à cause de leur

lenteur relative et de leur mise trop fréquente en réparations. Par contre, les *Dewoitine 510* semblent s'être bien comportés. Il y a aussi des *Loire-Gourdou-Lesseurre 32 CI* récemment mis en service dans l'aviation gouvernementale et dont on attend avec confiance les résultats. A noter également que les appareils à « moteur-canon » (voir *La Science et la Vie*, n° 207, page 251), dont il existe quelques exemplaires, ont affirmé, sans combat, leur supériorité de feu. Quant à la D. C. A., les nouveaux matériels allemands, récemment mis en service, sont les plus redoutables par suite de leur déplacement aisé, leur rapidité et leur précision dans le tir, à tel point que les quatre cinquièmes des avions mis hors de combat le sont maintenant par l'artillerie. Il existe des batteries de 6 pièces de 40 mm qui tirent chacune 300 projectiles à la minute (obus). Des canons pour la D. C. A. à tubes jumelés et à calibre de l'ordre de 100 à 150 mm ont aussi révélé leur efficacité contre l'aviation.

montré qu'un avion entièrement métallique ne peut rivaliser quant à la simplicité de réparations, avec un appareil de construction mixte (métal-bois). Celui-ci, en effet, peut fréquemment être réparé sur place, et de plus sa fabrication en temps de guerre, en série, est beaucoup plus rapide et plus aisée et coûte aussi moins cher, ce qui n'est pas non plus à dédaigner.

Le train d'atterrissage escamotable (électrique ou pneumatique ou à la main) est trop aisément vulnérable pour être adopté aux armées, et le plus souvent on a vu, en Espagne, des pilotes atterrir... sans train. Ces commentaires sur des observations impartialement recueillies tendent à orienter la production aéronautique militaire vers la fabrication en grande série de *monoplans légers*, de construction *mixte*, capables d'appuyer les troupes terrestres et susceptibles aussi d'attaquer les bombardiers ennemis. De tels appareils doivent être simples, aisés à piloter, rapides (au moins 400 km/h), maniables (surtout les biplans), ainsi que l'expérience vient de le démontrer en Espagne. Les appareils de ce genre doivent aussi être fournis en *grand nombre* aux forces aériennes qui doivent pouvoir en outre compter sur un *grand nombre de pilotes instruits*. Suivant la formule d'un spécialiste qui a vu les choses de près au delà des Pyrénées : la qualité du matériel est moins indispensable que la *qualité du pilote* et que le *nombre des effectifs aériens engagés dans la bataille*. Ceux-ci doivent, en outre, rigoureusement coopérer avec les effectifs engagés à terre simultanément.

Les engins motorisés

Dans un autre domaine, celui des *engins motorisés* terrestres, certains faits sont à enregistrer : il semble, en effet, que les chars de combat n'ont pas donné tout ce qu'on en attendait dans l'offensive. Parmi ces derniers, beaucoup furent incendiés au moyen de simples bouteilles d'essence lancées adroitement dans les œuvres vives du tank où le feu se communique immédiatement à l'huile et au carburant. Des appareils blindés et puissamment armés, valant plusieurs millions de francs, flambaient ainsi comme des torches avec tout leur équipage ! C'est ce qui arriva notamment à des chars soviétiques de 12 t (55 km/h) et de 28 t (40 km/h) qui, puissamment armés (canons et mitrailleuses), demeurèrent immobilisés sur le champ de bataille comme jadis lors de l'offensive française au Chemin des Dames (en 1917). Nos deux groupes de

chars engagés perdirent alors 80 % de leur matériel et de leur personnel ! En Espagne, l'arme blindée démontre une fois de plus que le succès dans l'emploi dépend, pour une grande part, de la puissance du feu, de leur protection (point de vue technique), de leur liaison avec l'infanterie (point de vue tactique). Il faut ajouter qu'en terrain détrempé, le char lourd s'enlise le plus souvent et est ainsi réduit à l'impuissance et rapidement perforé par les nouvelles armes antichars à projectiles spéciaux et à grande vitesse initiale. Il faudra se souvenir que les formations mécanisées engagées dans l'affaire du Guadalajara (en mars dernier), comprenant plus de 30 000 hommes, transportés sur le champ de bataille par véhicules blindés motorisés avec artillerie tractée et chars d'assaut, montrèrent, — et c'était la première expérience de champ de bataille — qu'il ne fallait pas trop attendre de l'emploi actuel des divisions blindées un succès décisif basé sur la mobilité et la rapidité d'une attaque théoriquement montée d'après un plan minutieux, dont la réussite dépend essentiellement de la *précision dans l'exécution*. Si une telle attaque ne se déploie pas en effet normalement, la manœuvre échoue et c'est la déroute pour les divisions d'assaut : l'ennemi profite de leur désarticulation pour les faire mitrailler et bombarder par son aviation. C'est ce qui se produisit à Alcarria pour les troupes italiennes sur le front de Guadalajara. En effet, ce qu'on peut appeler l'*aviation d'arrêt* — comme jadis la cavalerie — en volant à faible altitude, décima l'infanterie par ses feux, ses bombes et ses grenades, contribuant ainsi pour beaucoup à semer la confusion... et la mort.

Ces considérations suffisent à montrer aux théoriciens des Etats-Majors (en particulier ceux du Reich et de l'U. R. S. S.) qu'il ne faut pas trop s'illusionner sur ce que l'introduction de l'arme blindée dans la guerre moderne doit apporter d'avantages décisifs dans l'offensive vis-à-vis d'un adversaire prêt à la défensive sur des lignes fortifiées préparées et abondamment pourvues en armes automatiques de différents calibres, répondant à différentes missions (armes antichars, etc.) et en coopération avec une aviation d'arrêt intervenant au moment opportun.

Les problèmes de fabrication

Un spécialiste, M. Sabazan, à la suite des rapports dont il eut récemment connaissance, a signalé certains points sur lesquels il y a lieu précisément de porter

plus particulièrement notre attention.

En ce qui concerne l'aviation, il y a lieu de retenir l'usure extraordinairement rapide du matériel volant en service chez les belligérants et qui dépasse toutes les prévisions (destructions par combat, bombardement sur les aérodromes, accidents de pilotage, etc.). Quant aux appareils français, on constate qu'ils sont, en général, robustes et soignés, même dans les détails (d'où, évidemment, prix de revient plus élevé). Mais on est en droit de se demander si une semblable fabrication en temps de guerre ne serait pas, par suite, insuffisante en quantité. La construction française est, en effet, assez lente, très onéreuse et nécessite de nombreux spécialistes (d'où recrutement restreint et difficile); en cas de conflit, ce sont des problèmes malaisés à résoudre. Actuellement, en France, un « chasseur » (sans le moteur) coûte près de 400 000 f rien que pour une cellule monoplace. La main-d'œuvre nécessaire à sa construction peut être évaluée à 15 000 heures. Quant aux « bombardiers » les plus modernes, ces appareils récemment adoptés engagent, par unité, une dépense de plus de 2 millions de francs !... Calculez ce que devra coûter la fabrication en grande série des appareils nécessaires pour doter, en quantité suffisante, nos forces aériennes. A l'étranger, on a adopté des formules plus économiques et plus rapides. L'U. R. S. S., par exemple, construit ses avions (comme on a pu le constater en Espagne) en bois et en métal (construction mixte), avec un souci constant de la simplification et de la robustesse qui vise non seulement à abaisser le prix de revient, mais aussi à rendre plus aisées et moins longues les réparations du matériel volant. Il est juste de constater que ce matériel a néanmoins donné entière satisfaction lors des opérations militaires engagées dans la péninsule ibérique contre les appareils des autres nations fournisseurs de l'un ou l'autre des belligérants. A ce propos, M. Sabazan a souligné l'infériorité des *Potez*, type 54, commandés en grand nombre (240 unités), il y a environ deux ans, par notre ministère de l'Air. Suivant une expression banale, mais qui s'applique bien en l'occurrence, cet avion est propre à tout et bon à rien. Ceci dit, il y a lieu de noter également que l'expérience de la guerre aérienne actuelle met en évidence la nécessité de *spécialiser* les matériels en fonction des missions à remplir. D'autre part, il faut

aussi retenir que les pièces d'artillerie (semi-automatiques, genre « Oerlikon », de différents calibres) utilisées pour la défense anti-aérienne ont donné d'excellents résultats aux moyennes altitudes (au-dessous de 2 500 m le tir est précis et efficace) à tel point que les aviateurs évitent maintenant les secteurs qui sont pourvus de ces batteries de D. C. A. Il en résulte que les appareils doivent, ou voler très bas (ras du sol), ou au contraire prendre de l'altitude (au delà de 3 000 m), afin de réduire le plus possible le danger d'être « descendu ». C'est pourquoi les avions volant très haut doivent être propulsés par des moteurs avec compresseurs. Au contraire, pour ceux volant très bas, le compresseur est inutile; mais, par contre, des blindages (résistants et légers) à l'épreuve des projectiles de petit calibre sont indispensables pour protéger notamment les « œuvres vives » de l'avion, lorsqu'il accomplit sa mission à très faible altitude. Là encore, l'U. R. S. S. a livré aux Espagnols des appareils blindés pour expérimenter cette nouvelle formule. De là à envisager une aviation de chasse pour basses altitudes et pour hautes altitudes, il n'y a qu'un pas... que les Russes semblent avoir déjà franchi. Dans cet ordre d'idées, signalons que les *Devoiline* fournis par la France se sont révélés bien supérieurs à leurs adversaires quand ils évoluaient à plus de 4 000 m; mais, au ras du sol, c'est au contraire les avions de construction étrangère qui les surclassaient sans conteste.

Enfin, dans le domaine de la guerre aérienne, deux idées générales qu'il ne faut pas perdre de vue : la supériorité dans la puissance du feu (avion à moteur-canon de 20 et de 23 mm par exemple, genre « Oerlikon ») dans le combat aérien est la principale condition du succès; de plus, il apparaît que les missions lointaines de l'aviation militaire ne pourront être — désormais — effectuées pratiquement qu'au cours de vols nocturnes (1).

Colonel X.

(1) Un rapport allemand cité par M. J. Bardoux, membre de l'Institut, signale que les armes anti-chars ont fait plus de progrès que les tanks qui se sont montrés aisément vulnérables, surtout aux projectiles de 20 mm des pièces à grande vitesse initiale, qui ont perforé les blindages des engins de 8 t. L'expérience sur le front espagnol a également démontré que les chars d'assaut doivent être en mesure de faire marche arrière sans tourner, et d'exécuter ces manœuvres sans ralentir leur vitesse. Cette question est à l'étude dans certains pays et nous croyons savoir que des dispositifs ont déjà fait leurs preuves et seront bientôt adoptés (Etats-Unis, Grande-Bretagne, etc.).

1937 : ANNÉE DE L'EXPOSITION DES TECHNIQUES, A PARIS

POURQUOI LA CONSTRUCTION EN BOIS RIVALISE-T-ELLE ENCORE AVANTAGEUSEMENT AVEC L'ACIER ET LE BÉTON ?

Par Paul NICOLARDOT

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE
DOCTEUR ÈS SCIENCES PHYSIQUES

Sous l'empire des nécessités économiques et en présence des progrès incessants que la science apporte aux constructeurs pour l'utilisation de la matière, certaines professions, sous peine de disparaître, doivent rationnellement s'adapter aux conditions nouvelles de la technique dans l'emploi des différents matériaux. Tel est le cas des industries du bois de construction, menacées elles aussi par le béton armé, les aciers spéciaux (pour ne citer ici que les principaux qui sont d'ailleurs relativement les plus récents). Aussi, à l'occasion de l'Exposition de 1937 nos bâtisseurs en bois ont tenté avec succès de démontrer que le plus antique des matériaux dans l'art d'édifier était encore en mesure de trouver pratiquement et avantageusement son emploi dans la construction moderne à cause précisément de certaines qualités qui s'allient à la solidité : légèreté, grande résistance aux chocs, inaltérabilité (pas de corrosion comme pour les métaux), insonorité, homogénéité structurale, et même une certaine sécurité au point de vue de la façon dont il se comporte dans les incendies. La porte monumentale édifiée en 1937 place de l'Alma (avec plate-forme centrale, arches multiples, passerelles élégantes, tours imposantes dépassant 50 m de hauteur) démontrent que nos « bâtisseurs » modernes qui n'ont pas abandonné le bois peuvent encore rivaliser, même de nos jours, avec les constructeurs qui se sont lancés à corps perdu dans les domaines — aussi étendus que variés — que la chimie minérale et la métallurgie leur a si largement ouverts depuis à peine cinquante ans. Industries céramiques (ciments et verres), sidérurgie (aciers divers et spéciaux), métallurgie des métaux légers avec leurs multiples alliages ont conquis maintenant nos ingénieurs et nos architectes. Puissent, à l'épreuve du temps, ces nouveaux matériaux nés avec le siècle se comporter avec autant de vigueur et faire preuve d'autant de longévité que ceux qui servirent, à leur époque, à édifier, au cours des âges, les magnifiques monuments de l'art qui constituent encore les trésors des nations.

L'Exposition des Arts et des Techniques nous rappelle fort opportunément, par la construction de l'entrée principale de la place de l'Alma, que le bois qui fut employé avant les aciers peut encore les remplacer avantageusement. Cet ouvrage remarquable est ainsi constitué : un arc parallèle à la Seine de 70 m d'ouverture environ réunit, au-dessus du pont de l'Alma, les deux parties de l'Exposition. Entre cet arc et la plate-forme centrale, encadrée par deux pylônes hauts de 51 m, larges de 3 m 80, profonds de 10 m 50, la liaison est établie dans le prolongement de l'axe du pont de l'Alma par une passerelle arquée de 12 m de largeur et de chaque côté de l'ouvrage

par deux poutres courbes, en plan.

Des poutres d'une construction spéciale, composées de planches minces, constituent les passerelles droites de 44 m de portée qui relient la plate-forme centrale aux pans coupés séparant l'avenue George-V d'une part, de l'avenue du Président-Wilson et, d'autre part, de l'avenue Montaigne. Des escaliers doubles conjugués, dont les paliers sont en encorbellement, permettent d'accéder à ces passerelles. Tout l'ensemble ne comporte que cinq centres d'appui : un pour la plate-forme centrale et les pylônes, deux pour l'arc et les extrémités des poutres courbes, qui lui sont contiguës, enfin deux autres pour l'extrémité des passerelles et escaliers.

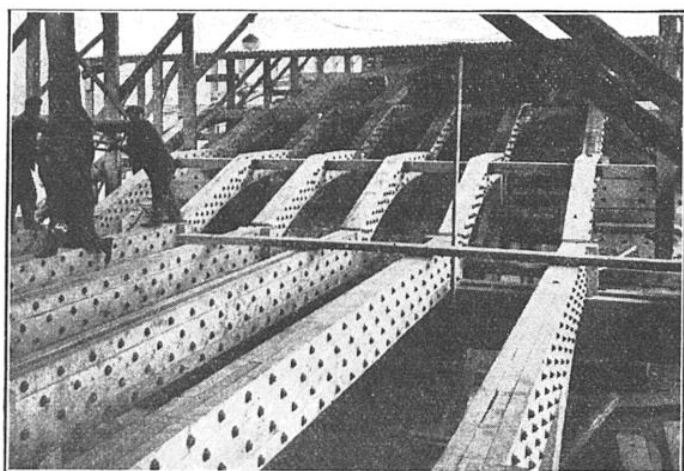


FIG. 1. — L'ASSEMBLAGE DE PLANCHES PERMET DE CONSTITUER DES POUTRES HOMOGÈNES A PARTIR D'UN MATÉRIAU HÉTÉROGÈNE : LE BOIS

Pour juger de la difficulté rencontrée dans l'exécution de l'œuvre, il suffit de dire que le poids total transmis au système d'appui central est de 3.500 tonnes, la moitié du poids de la Tour Eiffel et ceci sur un terrain sillonné de canalisations, d'égouts et où se trouve une ligne du Métropolitain. La surface d'appui de 400 m² qui supporte les pylônes et la plate-forme centrale est formée de deux radiers distincts en béton armé ; ainsi, compte tenu du vent, on ne dépasse pas le taux maximum de 1,5 kg/cm². L'arc prend appui sur deux culées en béton armé reliées entre elles par des tirants en acier, noyés dans la chaussée d'accès au pont de l'Alma.

Seul un matériau aussi léger que le bois a permis d'édifier sans dépense excessive (huit millions environ) une œuvre aussi grandiose sur le sous-sol parisien particulièrement miné en cette place de l'Alma.

L'Office Technique pour l'Utilisation du Bois a ainsi résolu magistralement le problème posé par les services d'Architecture de l'Exposition : assurer, sans gêner la circulation des voitures, un accès facile aux diverses parties de l'Exposition. Il a fait mieux encore, il a rappelé que le matériau « bois » pouvait rivaliser d'une manière heureuse avec les meilleurs aciers de construction, mis au point depuis

quelque 10 ans par la métallurgie moderne.

Ajoutons même que le bois est presque insonore si on le compare aux aciers, la vitesse du son dans ce matériau étant très réduite.

Nos chênes, dont les poids au mètre cube varient entre 850 et 1 000 kg, comme les sapins du Nord dont la densité est de 480 à 550 ont, à poids égal, une résistance à la traction comparable à celle des aciers utilisés dans la construction. En effet, si les aciers résistent 5 à 6 fois plus (3 800 à 4 000 kg/cm²), ils pèsent aussi presque huit fois plus (densité 7 à 8). Nos chênes, à poids égal, résistent à la compression mieux que la fonte et n'en ont pas la fragilité.

Si aux efforts d'alternance, le bon bois est comparable aux aciers spéciaux durs, il lui est supérieur pour les chocs dans le rapport de 5 à 3.

Dans l'air, les bois conservent toutes leurs qualités. Dans l'eau, la plupart et le chêne en particulier acquièrent une dureté et une durabilité remarquables. Dans les mêmes conditions, les aciers se rouillent, malgré les procédés de protection les plus énergiques. Sous l'action de l'air salin, la corrosion de tous les métaux est telle que l'on emploie le plus possible les arbres très résineux.

Enfin, le bois, même non ignifugé, est d'un emploi plus sûr que les aciers, quel-

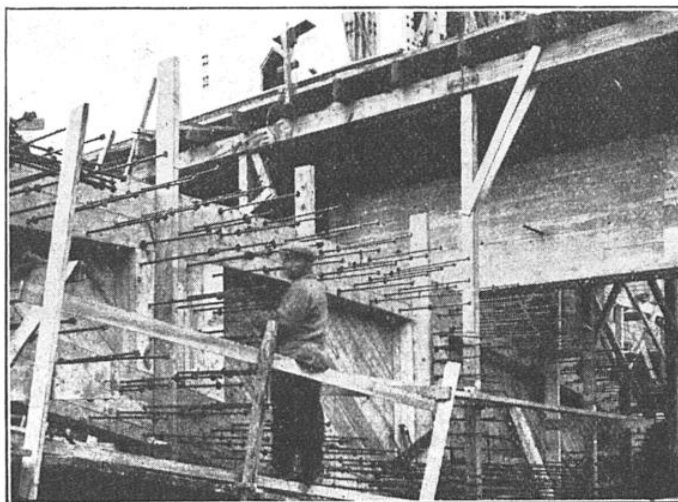


FIG. 2. — VOICI EN COURS DE MONTAGE UNE POUTRE FORMÉE DE PLANCHES RÉUNIES AU MOYEN DE BOULONS

que paradoxale que puisse paraître cette affirmation. Sur les anciens navires en bois, de fréquents incendies se déclaraient, mais on arrivait à les maîtriser. Dans les édifices dont la charpente et une grande partie de l'huisserie sont en bois, la combustion de celui-ci se produit lentement. Derrière une cloison de bois dont une paroi est en feu, on peut organiser les secours sans avoir à supporter une température trop élevée, comme il arrive derrière les tôles. Les poutres, les pièces maîtresses en feu ne perdent pas brusquement leur résistance. Celle-ci diminue au fur et à mesure de la combustion, par réduction de la section, alors que les aciers, dès 150°, entrent dans la région critique où leur résistance s'abaisse brusquement.

Le règlement du ministre prussien de l'Hygiène publique du 12 mars 1925 prévoit comme coupe-feux l'emploi de portes en bois dur se fermant automatiquement. Ajoutons qu'il existe en outre d'excellents ignifuges pour la préservation du bois.

Mais il reste une grave objection, semble-t-il, à l'emploi des bois. Le bois, dont la croissance varie sur un même sol avec les variations des saisons si changeantes, ne peut pas être aussi homogène que les profilés d'aciers.

L'Office Technique pour l'Utilisation du Bois dans l'exécution de la porte monumentale de l'Alma a mis en œuvre une technique nouvelle permettant d'obtenir des poutres d'une homogénéité remarquable avec une matière en apparence aussi hété-

rogène que le bois, qui est dès lors capable de rivaliser avec les aciers, même sur ce dernier point.

Les poutres courbes n'auraient pu être obtenues comme les poutres droites des anciennes charpentes. Avec un seul ou plusieurs arbres, si grands, si sains qu'ils fussent, la portée était trop grande et la courbure incompatible avec la forme de cet arbre ou de ces arbres s'ils avaient pu exister.

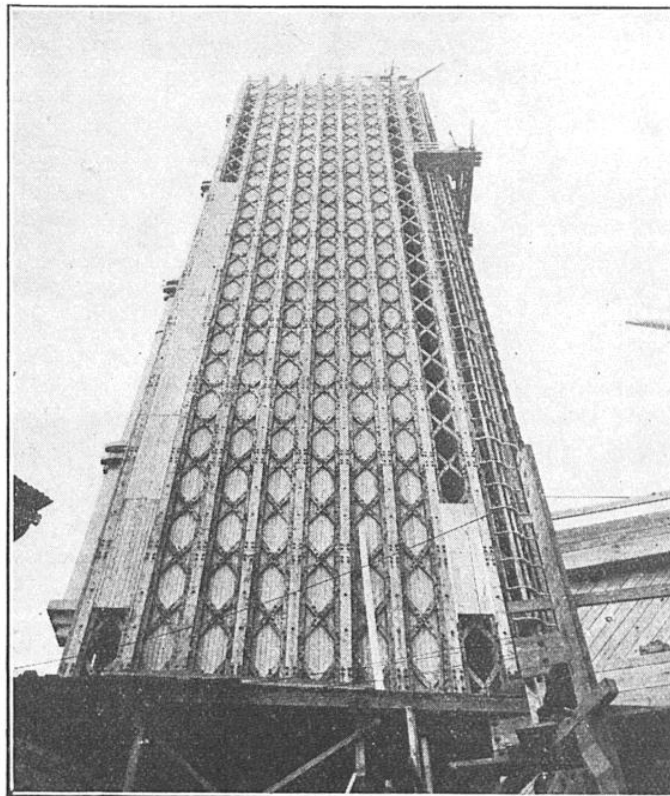
Les poutres de la porte monumentale sont formées d'éléments semblables constitués par des planches épaisses, sans défauts, homogènes, assemblées par clous et boulons et travaillant sur champ, dans les meilleures conditions de résistance.

La charpente est constituée par de petits éléments qui, mis bout à bout, s'étendraient sur 400 km. La longueur totale des boulons servant à l'assemblage de ces éléments est de 65 km et les 260 000 rondelles placées sous les écrous, si elles étaient

mises les unes sur les autres, formeraient une pile de 1 040 m de hauteur. Pour assembler toutes ces planches il a fallu percer deux millions de trous.

L'œuvre grandiose qui s'élève à la place de l'Alma montre ce que permet de réaliser le bois, grâce aux progrès de la technique de son emploi qui sait maintenant utiliser dans les meilleures conditions les qualités de ce matériau. A l'Exposition Coloniale, nous avons vu les richesses de notre empire colonial. Le seul défaut du bois est sa lente croissance.

P. NICOLARDOT.



(Solotareff, architecte.)

FIG. 3. — UN DES DEUX PYLONES EN BOIS DE LA PORTE DE L'EXPOSITION SITUÉE PLACE DE L'ALMA

Hauteur 51 m ; largeur 3 m 80 ; profondeur 10 m 50.

L'AUTOMOBILE ET LA VIE MODERNE

La compétition automobile source de progrès mécaniques. — L'avenir de la voiture aérodynamique à traction avant en Allemagne. — A propos de la suralimentation.

La « compétition » automobile source de progrès mécaniques

La voiture de course a toujours été le « modèle » précurseur de la voiture de tourisme. A ce point de vue, elle constitue un facteur de progrès mécanique indéniabie, ainsi que l'a démontré notamment M. Costantini dans une récente étude. En effet, en innovant, en reprenant d'anciens dispositifs oubliés ou méconnus et en les mettant en valeur, en perfectionnant constamment accessoires et organes du châssis soumis à un travail exceptionnel, c'est-à-dire à des efforts inconnus pour la voiture de tourisme, le constructeur d'automobiles de course indique la voie à suivre pour perfectionner la machine afin de la rendre toujours plus *rapide*, plus *stable*, plus *confortable*, plus *sûre*, plus *légère*, plus *économique*. C'est ainsi que les progrès techniques engendrés par les courses d'automobiles ont notablement influencé l'évolution même de la voiture utilisée dans les différents domaines de l'activité humaine. Cette évolution est conditionnée par ce principe : avec le poids le plus faible, et par suite avec la moindre consommation, il s'agit de réaliser sur n'importe quelle route la *vitesse moyenne* la plus élevée. Et cela tout en obtenant le maximum de sécurité — tenue de route et freinage —, le maximum de confort, c'est-à-dire la plus grande douceur de suspension sans nuire cependant à la tenue de route. A ces caractéristiques essentielles de la voiture moderne, il faut, en outre, adjoindre les qualités de maniabilité, silence, durée, commodité d'emploi (carrosserie, accessibilité des organes, etc.). A ces divers points de vue, les Grands Prix internationaux ont puissamment contribué — de par leurs réglementations quant aux formules successivement imposées — à perfectionner — depuis une trentaine d'années — la technique de la construction automobile. Que ce soit la formule du *poids maximum* pour une voiture de course ; que ce soit celle de la *consommation minimum* (pour un poids maximum) ; puis celle de la *cylindrée maximum*, il en résulte que tous ces règlements ont tous tendu à exiger de l'ingénieur-constructeur des améliorations de plus en plus appréciables pour limiter : consommation, cylindrée, poids.

Et ceci s'est traduit notamment — au cours des différentes étapes du progrès mécanique — par l'accroissement des *régimes* de moteur, l'accroissement de la *vitesse linéaire* du piston (qui dépasse aujourd'hui 14 m/s), l'augmentation de la puissance spécifique (6 à 9 ch), l'adoption de *l'allumage à haute tension* (bobine, condensateur, dynamo, accumulateurs), l'adoption des *soupapes en tête* dont l'emploi est maintenant quasi général en aviation comme en automobile parce qu'il autorise un rendement supérieur au dispositif dit à chapelles latérales. En outre, pour réduire la consommation en carburant, l'on cherche évidemment à réduire la cylindrée mais, par contre, à accroître la *puissance spécifique* : celle-ci atteint progressivement :

En 1921 :	40 ch	au régime de 4 000 t/m
En 1922 :	42 ch	— 4 600 t/m
En 1923 :	48 ch	— 5 000 t/m

Avec compresseur :

En 1928 :	125 ch	— 7 000 t/m
-----------	--------	-------------

En 1937 : résultats du même ordre.

De tels résultats sont dus, notamment, aux allègements des masses en mouvement, à un remplissage plus parfait des cylindres, à une distribution plus rationnelle (c'est-à-dire moins empirique) pour aboutir ainsi à la *commande directe des soupapes* au moyen d'un double arbre à cames, sans oublier la chambre d'explosion hémisphérique adoptée pour la première fois pour le moteur de course. Ce sont deux points essentiels et définitivement acquis que l'on voit aujourd'hui unanimement reconnus et qui remontent déjà à plus de vingt ans ! Si ce dispositif n'est pas encore d'un usage courant sur la voiture de tourisme, cela tient surtout au prix de revient, mais nul doute qu'au point de vue rendements thermodynamique et volumétrique, cette solution ne soit, quant à présent, la meilleure.

Lorsqu'il y a une vingtaine d'années également, la cylindrée du moteur de course fut limitée à 4 500 cm³, le régime d'un tel moteur est alors voisin de 3 600 t/m, ce qui correspond à une puissance d'environ 26 ch au litre. Le moteur de tourisme était, à cette époque, loin de tels chiffres : 2 200 t/m et 11 ch au litre seulement ! Mais l'évolution, là encore, s'accroît rapidement — suivant les mêmes directives que pour la voiture de compétition, — on arrive à 3 600 t/m et à 27 ch au litre pour la puissance spécifique

d'une voiture de tourisme de série (1). Il en fut, du reste, de même à l'époque pour l'adoption des *pistons en aluminium* ; des *freins sur les 4 roues* (à freinage intérieur). Mais revenons à la formule de la cylindrée pour les courses automobiles et on verra l'influence qu'elle a exercée sur la construction. En effet, avec une cylindrée réduite (il y a quinze ans) à 2 000 cm³ seulement, on arrive à réaliser 4 600 t/m (régime comme on le voit sans cesse accru) et on obtient un rendement volumétrique de 43 ch. Grâce à l'allégement des véhicules (nouveaux matériaux, etc...), ces voitures de 2 litres vont aussi vite que leurs aînées de 3 litres ! Et ce n'est pas fini : on passe ensuite à 48 ch au litre (au régime encore plus rapide de 5 000 t/m). C'est alors qu'apparaît le *compresseur* qui, grâce à l'utilisation de carburants *spéciaux*, permet de faire un bond considérable dans le domaine de la puissance spécifique et dans celui, par suite, du régime des moteurs de course : on dispose en effet de 100 ch au litre à 7 000 t/m ! Ces magnifiques résultats (qui datent de quelque dix ans) ont ainsi contribué pour beaucoup à la création du moteur moderne de tourisme.

Quant à l'emploi des compresseurs en automobile (2), il faut remarquer ici que, contrairement à ce qui se passe en vol, il fonctionne au niveau du sol sous pression barométrique considérée comme constante. Dans ce cas (à la différence du moteur d'aviation), il est, par contre, soumis à de très grands écarts de régime (de 300 à 4 000 t/m par exemple). Or, le remplissage des cylindres d'un moteur et par voie de conséquence la compression effective, le couple moteur et le rendement thermodynamique varient en sens inverse du régime de rotation du moteur. De là à conclure, comme M. Costantini, à l'usage du compresseur en automobile, il n'y a qu'un pas que l'on doit franchir allégrement. L'avantage

est évident : remplissage constant des cylindres, quel que soit le régime du moteur d'automobile, avec, par suite, *avantages* de puissance de consommation. Tout cela est possible et, contrairement à une opinion erronée assez répandue, il n'y a pas consommation excessive de carburant lorsque l'on se contente d'alimenter le moteur à une pression absolue assez faible (1 170 g par exemple, alors que le moteur de course utilise au contraire des pressions absolues particulièrement élevées (de l'ordre de 2 000 g) d'où dépense plus grande. Aux épreuves du circuit du Mans — il y a huit ans — ce fut une voiture à compresseur qui fut non seulement la plus rapide, mais aussi la plus économique ! De là on peut conclure que l'emploi du compresseur n'a pas dit son dernier mot : l'automobile lui fera sans doute un jour une place presque aussi importante que celle qu'il a — unanimement — conquise en aviation. Ajoutons que ce sont aussi les courses automobiles qui ont incité les spécialistes en matière de *carburants* à ne plus se contenter de l'essence ordinaire. En présence des pressions effectives des puissances volumétriques sans cesse accrues, il a fallu trouver des supercarburants — si répandus aujourd'hui — qui ont précisément autorisé les rapports actuels courants de compression supérieurs à 6 (carburants *indétonants*). Ce sont également les conditions imposées aux constructeurs de voitures de course qui ont déterminé ces non moins remarquables et appréciables progrès en matière d'allégement de véhicules (toujours le slogan : puissance maximum pour poids minimum). Ce problème difficile à résoudre a en effet obligé de trouver des solutions non moins importantes pour la *tenue de route et l'adhérence* qui dépendent essentiellement du problème délicat de la *suspension*. Celui-ci mérite à lui seul une étude détaillée. A quoi bon, en effet, avoir des moteurs « puissants » si on ne peut les « pousser » au maximum par crainte de l'insécurité sur route ? Cette question est évidemment liée à celle du poids des véhicules en ordre de marche. Enfin, cet exposé, si résumé soit-il, ne doit pas négliger cet autre problème capital : le *freinage*. Devant les vitesses de plus en plus grandes réalisées couramment aujourd'hui, il a fallu perfectionner les divers systèmes de freins pour assurer la sécurité aux grandes allures.

Dans ce domaine, les perfectionnements sont également considérables ; nous aurons aussi l'occasion de les exposer longuement un jour. Quoi qu'il en soit, l'ensemble de ces progrès techniques dans la construction mécanique — qui se sont échelonnés au cours d'un quart de siècle — proviennent tous des formules mises en application pour les compétitions automobiles. Celles-ci ont notamment démontré que la voiture légère est supérieure à la voiture lourde (dans cer-

(1) La puissance spécifique des moteurs de course atteint, dès 1921, 40 ch au litre et leur régime passe à plus de 4 000 t/m. Pour réaliser ces grandes puissances, on fractionne alors la cylindrée et les voitures de course limitées à 3 000 cm³ sont à huit cylindres traçant ainsi la voie aux constructeurs, même à ceux de petites voitures de 1 500 cm³ qui sont aujourd'hui à six cylindres et à *soupapes en tête*, à l'exemple des voitures de course. D'un moteur d'une cylindrée aussi modeste on « tire » actuellement 30 ch par litre, alors qu'avec le 4 cylindres on ne dépassait pas 15 ch pour le rendement volumétrique.

(2) Le compresseur qui équipe la plupart des voitures de compétition est encore peu répandu sur les voitures ordinaires à part quelques exceptions (Graham, Mercedes). M. Costantini a cependant judicieusement fait remarquer que son succès pour les voitures de course n'a pas été étranger à celui qu'il rencontre en aviation puisque, actuellement, le compresseur figure sur tous les moteurs modernes des avions et hydravions. En effet, le remplissage en poids des cylindres d'un moteur qui travaille à un régime à peu près constant, mais à altitude variable dépend de la densité de l'air qui, elle, varie en fonction inverse de l'altitude. C'est précisément le rôle du compresseur de rétablir l'alimentation à pression constante quelle que soit l'altitude.

taines limites et à égalité de rapport « puissance-poids »; elles ont prouvé que certains véhicules à poids limité (de l'ordre de 1 000 kg pour fixer les idées), peuvent avec un moteur de 450 ch atteindre 330 km/h, et cela grâce à l'adhérence et la tenue de route obtenues après tant d'efforts dans les voitures — vraiment modernes — *légères*. Là intervient encore le souci de la bonne suspension. C'est pour la réaliser que fut introduit l'usage de la *roue indépendante* qui a si largement contribué à l'améliorer : la plupart des constructeurs, en Europe comme en Amérique, en sont aujourd'hui les partisans convaincus, grâce à l'expérience.

Ainsi, la compétition pour voitures *rapides et légères* telle qu'on la conçoit de nos jours constitue donc, à tous les points de vue précédemment énumérés, un véritable laboratoire mécanique d'où sont sortis — et sortiront encore sans doute — tous les perfectionnements qui se trouvent maintenant *rassemblés* sur la voiture automobile fabriquée en série. Leur robustesse, leur confort, leur régularité, leur élégance — à des prix de plus en plus accessibles — témoignent ainsi de toute la science et de toute la technique qu'il a fallu mettre en œuvre pour réaliser un tel ensemble cohérent « résultant » de l'effort prodigieux dans la conception et la construction.

L'avenir de la voiture aérodynamique à traction avant en Allemagne

DANS une conférence récente faite devant la Société des Ingénieurs de l'Automobile, M. Röhr, directeur technique des automobiles « Mercedes-Benz » vient d'exposer magistralement les influences de la position du moteur et du mode de propulsion (AV ou AR) dans une automobile.

Il existe actuellement trois catégories de dispositions différentes du moteur et des roues motrices : 1° voiture normale avec roues motrices à l'arrière et moteur à l'avant ; 2° voiture avec roues motrices à l'arrière et moteur à l'arrière ; 3° voiture avec roues motrices à l'avant et moteur à l'avant. Il s'agit ici de voitures de tourisme à grande vitesse, en laissant de côté, aujourd'hui, les voitures de course et les véhicules industriels (autobus). Dans ce mémoire technique remarquablement documenté de l'ingénieur allemand, il y a lieu surtout de retenir les conclusions résultant des caractéristiques techniques pour ces trois genres de voitures, à savoir : dans la propulsion arrière, on constate une meilleure maniabilité en terrain varié ; en traction avant : maniabilité et qualité en côte plus réduites, mais avantages dans certains cas limites, tel que adhérence nulle ; voiture classique satisfaisante dans la plupart des cas pour répondre aux exigences *actuelles* des usagers. Il va de soi que, pour arriver à ces conclusions, l'auteur a dû examiner successivement l'ensemble des

facteurs qui conditionnent ces problèmes si complexes à résoudre. Ce sont, notamment, le mode de propulsion, la répartition des masses, la forme de la carrosserie, l'empattement, l'emplacement du moteur. C'est en comparant avec la voiture classique moderne les deux autres modes de traction que M. Röhr a pu en déduire pour chacune d'elles les avantages et aussi les inconvénients respectifs. Prenons le cas de la voiture à traction et moteur arrière, on constate : 1° possibilité d'unir en un seul bloc le moteur, la boîte de vitesse et le différentiel ; 2° bonnes conditions de visibilité par la disposition avant des sièges ; 3° suppression d'inconvénients par la chaleur, le bruit et les gaz du moteur ; 4° bonnes possibilités pour une carrosserie aérodynamique ; 5° adhérence sensiblement augmentée des roues motrices. Ce dernier avantage est particulièrement appréciable pour la bonne tenue de route en cas de pluie ou de verglas.

Mais il y a aussi des inconvénients à ce système, qui résultent précisément de la disposition du moteur : 1° nécessité de commander à distance la boîte de vitesse, l'embrayage et le moteur ; 2° refroidissement rendu plus difficile et qui oblige d'avoir recours au refroidissement par air comprimé ou à de longues tuyauteries ; 3° en hiver, nécessité éventuelle d'un chauffage intérieur. Il faut aussi tenir compte de l'influence différente exercée par le moment d'inertie (1) que présente cette construction, moment qui est relativement élevé. Ce grand moment d'inertie est, en effet, avantageux pour la suspension mais désavantageux, par contre, au point de vue des autres qualités de voiture marchant à allure rapide et serrée.

Divers dispositifs ont été imaginés pour réduire le moment d'inertie (2). Il y a lieu d'ajouter que la fabrication de ce genre de voitures est plus onéreuse que celle des voitures classiques. D'abord parce que les séries sont moins importantes que pour les voitures ordinaires à clientèle plus nombreuse ; ensuite parce que les commandes à distance et les dispositifs de refroidissement, sensiblement plus compliqués, coûtent beaucoup plus cher.

(1) Il s'agit ici du moment d'inertie par rapport à l'axe transversal horizontal (perpendiculaire au plan de symétrie du véhicule) et passant par le centre de gravité. (En somme, un des trois axes principaux). Plus le moment d'inertie par rapport à cet axe est élevé, plus les oscillations de l'ensemble autour de cet axe (mouvement de galop) sont longues. On sait que le moment d'inertie par rapport à un axe est égal à la somme des produits élémentaires des masses par le carré de la distance à l'axe. Ce moment croît évidemment avec la masse et avec la distance à l'axe. Contrairement aux doctrines anciennes qui voulaient que les masses d'une voiture fussent *centrées* (c'est-à-dire rapprochées du centre de gravité, d'où moment d'inertie faible) on tend aujourd'hui à écarter le plus possible du centre les masses importantes. Exemple : voitures Peugeot où la batterie d'accumulateurs est placée tout à l'avant. Montage du moteur au-dessus de l'essieu avant, etc., etc.

(2) Notamment par Trojan et Dubonnet.

Si nous envisageons maintenant la catégorie des voitures à moteur et traction avant, nous constatons que, par rapport à la voiture classique, elle présente des avantages de principes à peu près identiques, mais elle en offre, en outre, d'autres dont voici les principaux : 1° comme pour le modèle moteur et traction à l'arrière, la traction avant permet la réalisation d'un ensemble moteur, boîte de vitesse et différentiel. Carters d'embrayage et de différentiel peuvent venir de fonderie d'un seul bloc. Cet ensemble peut être centré directement sur le carter du moteur, centrage qui supprime par conséquent tous les ennuis connus et dus au gauchissement des axes (arbre de cardan, du changement de vitesse, etc.). De plus, on peut simplifier la construction de la boîte de vitesse (nombre de roulements des pignons) dont certains peuvent être combinés avec les roulements d'un arbre intermédiaire. Finalement, on améliore la suspension élastique du moteur dans le châssis par l'augmentation des masses qui provient de la combinaison des organes ; 2° la suppression de l'arbre de cardan avantage la présentation du plancher, qui sera plat. Les sièges peuvent être aussi bas que le permettent le confort et la hauteur libre entre carrosserie et sol. Le niveau du centre de gravité s'en trouve avantageusement abaissé ; 3° en disposant le changement de vitesse devant l'essieu avant et en utilisant un moteur de longueur réduite, on peut avancer les sièges jusqu'à la limite imposée par le braquage des roues ; 4° l'utilisation des roues arrière indépendantes permet de récupérer pour le coffre porte-bagages tout l'espace disponible derrière les sièges d'arrière. Pour un gabarit de carrosserie donné, l'espace disponible est donc ainsi utilisé dans d'excellentes conditions (1). Quant aux prix de revient, une voiture à roues motrices avant coûte un peu moins cher que celle à roues motrices arrière et moteur arrière avec roues indépendantes. En effet, l'industrie mécanique de précision fournit maintenant à des prix abordables des transmissions homocinétiques (2) nécessaires dans le premier cas. Le marché pour la voiture à roues motrices avant est de mieux en mieux disposé en faveur de ce genre de véhicules en Allemagne (S. K. W., Audi, Adler), en France (Citroën et Rosengart) en Belgique (Impéria).

Le directeur de la grande firme allemande a, de plus, insisté sur ce que chaque catégorie de voiture correspond à des besoins déter-

minés par chaque clientèle qui doit les utiliser. Ainsi quand un pays dispose d'un réseau d'autostrades (transports rapides), la voiture à *traction avant* est particulièrement indiquée. En Allemagne, il n'est pas rare de rencontrer en 1937 des voitures aérodynamiques à roues motrices avant d'une puissance effective de 50 ch (1 500 cm³ de cylindrée) consommant 11 litres aux 100 km et atteignant la vitesse de 160 km/h ! Le jour où les nations d'Europe et d'Amérique auront poussé plus avant leur politique des auto-routes indispensables aux transports rapides modernes, il est probable que la voiture classique, aujourd'hui si répandue, cédera du terrain en faveur de véhicules carénés à roues motrices avant à la fois plus rapides, plus économiques et offrant le maximum de sécurité et de confort.

Dans la construction automobile comme dans les autres branches de la production industrielle, la fabrication des modèles est en évolution continue, étant fonction du progrès mécanique.

A propos de la suralimentation

L'AMÉLIORATION des performances d'une automobile n'est plus obtenue aujourd'hui, comme jadis, par une simple augmentation des dimensions de son moteur (cylindrée), mais aussi grâce à des régimes plus rapides (de l'ordre de 3 000 t/mn) à des taux de compression plus élevés (de l'ordre de 6 avec les carburants *indétonants*), à un meilleur remplissage des cylindres (suralimentation), à l'aérodynamisme des formes de la carrosserie. Si la suralimentation ne s'est pas encore généralisée dans la locomotion mécanique *terrestre*, c'est parce qu'elle a passé, à tort, pour augmenter la dépense en carburant. Or, il est démontré que pour une même voiture équipée successivement de deux moteurs identiques (8 cylindres, taux de compression 6,72), l'un suralimenté, l'autre sans suralimentation, on réalise sur route une économie de 1 litre de carburant aux 100 km dans le premier cas (l'allure du véhicule étant maintenue constante et égale à 130 km/h). Les essais poursuivis aux laboratoires Graham (à Detroit, aux Etats-Unis) ont prouvé en effet qu'une grande partie de la puissance absorbée par le compresseur sert à diminuer les pertes par frottement des gaz carburés dans la tuyauterie d'aspiration du moteur et améliore par suite son rendement. En Europe, Alfa-Romeo, Bugatti, Mercedes construisent couramment des moteurs suralimentés qui donnent satisfaction à l'utilisateur.

Ajoutons que le rapport « puissance-poids » intervient pour une large part dans les performances d'une voiture ; la suralimentation s'avère précisément favorable puisqu'elle permet d'obtenir une puissance déterminée avec un moteur de plus faible cylindrée, c'est-à-dire plus léger.

(1) Mentionnons que certains inconvénients de la voiture à roues motrices avant se manifestent, en général, sur des routes à mauvais coefficient de frottement ou dans des côtes à pentes très prononcées.

(2) On appelle joints homocinétiques des systèmes mécaniques qui transmettent un mouvement de rotation en conservant la vitesse uniforme, lorsque l'arbre « menant » possède lui-même une vitesse uniforme. Sous certaines conditions, ce résultat est obtenu au moyen de deux joints de cardan convenablement disposés.

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 et industriel 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.

Nos industries chimiques et sidérurgiques devant le problème de l'approvisionnement en pyrites espagnoles

IL est exact que, depuis le 4 février 1937, l'exportation des pyrites d'Espagne (1) à destination de la France a été interdite (2) alors que les expéditions en Allemagne ont, par contre, considérablement augmenté. Or, sur une consommation moyenne de 1 000 000 de t de pyrites par an, la France en importait près de 600 000 t d'Espagne ! La situation actuelle est donc particulièrement grave pour nos industries chimiques et sidérurgiques. En effet, l'acide sulfurique — préparé à partir des pyrites — est indispensable non seulement à la fabrication des explosifs, mais encore à la préparation du superphosphate de chaux (engrais), au raffinage des pétroles, au décapage des métaux, etc. De plus, les résidus de cette fabrication constituent un minerai de fer assez riche utilisé notamment pour l'obtention des fontes de moulage.

A défaut de pyrites (dont nos stocks ne dépassent guère la consommation normale d'un trimestre), on a proposé de s'adresser au soufre de Louisiane ou au gypse, comme on le fait déjà en Allemagne. Or, tout d'abord, les fours mécaniques construits pour le grillage des pyrites ne peuvent brûler le soufre qu'avec un mauvais rendement, et par suite, le prix de l'acide provenant du soufre représente à peu près le double de celui des pyrites (490 f contre 270 f la tonne), d'où une augmentation notable du prix de revient des explosifs et des engrais (et par suite de celui de la culture). Quant au gypse, qui ne contient que 18 à 23 % de soufre, son traitement exige des installations spéciales et très onéreuses. Aussi l'Allemagne cherche-t-elle actuellement à s'approvisionner dans la région d'Huelva pour 1 200 000 t de

(1) Les gisements de la province d'Huelva sont, on le sait, les plus riches du monde. La France ne possède que ceux de Saint-Bel (près Givors) et du Soubier (près Alès), qui sont loin de suffire à nos besoins. Quant à ceux du Portugal et de Chypre, leur production est depuis longtemps engagée ailleurs.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 233, page 384.

pyrites par an, au lieu de 600 à 700 000 t qu'elle consomme ordinairement de ces mêmes pyrites. Sa puissante industrie chimique se trouve donc nettement favorisée par rapport à celle de la France, et en particulier pour les besoins de ses fabrications intéressant la Défense nationale.

Le mécanisme de l'or

L'AFFLUX d'or vers les Etats-Unis peut, en effet, provoquer une spéculation artificielle à la hausse des prix et des valeurs susceptible d'aboutir aux conditions qui furent déterminantes du krach de 1929. Il est aisé de s'en rendre compte. Les quantités d'or peuvent s'accroître sur le marché par suite, soit de l'augmentation de la production, soit de la liquidation du métal détenu par les thésauriseurs, soit du déplacement de l'or vers un pays déterminé. Les deux premiers phénomènes — s'ils agissent seuls sur le marché international — sont éminemment favorables à la fermeté des marchés. Toute cession d'or crée, en effet, au profit du vendeur, des crédits qui facilitent la dépense ou l'engagement des capitaux d'où une tendance à la hausse des marchandises ou valeurs dont le nombre n'a pas augmenté. Grâce à ces crédits, les économies nationales peuvent s'ajuster et fournir des avances à tout effort de progrès. Mais actuellement, la plus grande partie de l'or — quelle que soit sa provenance — se dirige de préférence et presque exclusivement vers le marché américain. Alors une inflation exagérée de crédits et d'avoirs risque de ne pas trouver son emploi dans le développement normal de l'économie et une telle situation favorise la spéculation.

Le naphte contrôlé par les trusts

UN petit nombre de pays (Etats-Unis, U. R. S. S., Roumanie) trouvent seuls à exploiter sur leur territoire les gisements de leur sous-sol. Les trusts internationaux contrôlent en outre 86 % de la production mondiale (60 307 t sur 69 millions 846 000 t). La France (même avec sa participation en Irak) se trouve donc dans une situation peu favorable. Nous consommons en effet quelque 5 millions de t (en

temps de paix) et nos raffineries ne peuvent en traiter que 2 millions. Nul gisement, métropolitain ou colonial, ne peut libérer notre économie des importations étrangères contrôlées par les trusts anglais, hollandais, américains, soviétiques. Quant au carburant synthétique !... *La Science et la Vie* a montré à maintes reprises pourquoi sa fabrication n'était intéressante qu'au point de vue de la Défense nationale.

Au sujet de la conservation des films

LES films cinématographiques ne se conservent pas, en effet, indéfiniment. Les pellicules en acétate de cellulose inflammable (universellement imposées), deviennent cassantes et se rayent aisément. On doit donc les conserver dans une atmosphère dont l'état hygrométrique (1) soit de 0,50 et la température de 20° à 25° C. Du point de vue industriel, le problème ne présente pas une importance considérable, les films — et les négatifs eux-mêmes — n'étant pas conservés généralement plus de dix ans. Il n'en est plus de même pour les reproductions sur films — à très petite échelle — de documents ou de livres précieux destinés à être examinés soit par projection (2), soit à la loupe. On utilise, pour ces films, l'acétate ou le nitrate de cellulose. Ce dernier est instable. Cependant, il peut être conservé dans l'air sec et froid en boîtes munies d'orifices pour l'échappement des composés oxygénés de l'azote provenant de la décomposition du nitrate et dont l'accumulation risquerait de rendre le film explosif. Il est, par suite, nécessaire de conserver des négatifs sur acétate de cellulose afin de pouvoir renouveler les positifs.

Télé-météorologie et radiosondages

LA préparation et l'exécution des grands voyages aériens exigent une connaissance de plus en plus précise des conditions atmosphériques régnant sur le parcours envisagé. Après l'étude des systèmes nuageux (3), l'emploi des ballons-sondes, en permettant de mieux connaître la haute atmosphère, fournit aux divers observatoires météorologiques des précieuses indications à ce sujet, grâce aux instruments enregistreur emportés par les ballons. Cependant le temps nécessaire à leur récupération par les stations qui les ont lancés (en moyenne une dizaine de jours) n'autorise pas les prévisions à brève échéance et c'est cela qui

(1) Le degré hygrométrique est le rapport entre la tension de la vapeur d'eau contenue dans l'air et la tension maximum de cette vapeur à la même température. Lorsque ce degré est égal à 1, l'air est saturé de vapeur d'eau.

(2) Ces « microfilms » sont employés couramment aux Etats-Unis pour illustrer des cours ou conférences.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 174, page 460.

importe surtout. Aussi les munit-on aujourd'hui de radioémetteurs légers à ondes courtes (14 m), qui transmettent automatiquement et instantanément les conditions de pression et de température rencontrées au cours de l'ascension. Voici comment fonctionne le dispositif français dans lequel c'est le nombre de signaux émis qui indique automatiquement la pression et la température. L'appareil emporté par le ballon émet une onde dont la longueur est modifiée périodiquement par l'action d'une came tournante dont le passage écarte les lames d'un condensateur inséré dans le circuit. Chaque passage de la came s'inscrit donc à la réception par une encoche sur la courbe du courant enregistré par un oscillographe. D'autre part, un « chercheur » se bloque chaque fois qu'il rencontre l'aiguille du baromètre et du thermomètre métalliques. Le nombre de passages de la came jusqu'à ce point — qu'il est aisé de compter à la réception — est donc proportionnel aux déplacements de l'aiguille de ces appareils. On a pu recevoir ainsi, à Trappes, les « communications » d'un tel ballon-sonde jusqu'à 13 000 m d'altitude. En possession de ces documents, les stations les font parvenir également par radio à l'organisme chargé de les centraliser.

Le Bureau central est ainsi en mesure d'établir les cartes météorologiques dans le minimum de temps. Celles-ci peuvent être elles-mêmes transmises par T. S. F. (1) aux centres d'observations des pays voisins.

Les chars de combat en Espagne

DANS les armées belligérantes espagnoles, il existe en effet des chars de combat de différentes origines et de types modernes : chars russes de 12 t, vitesse routière 55 km/h, armés d'un canon, d'une mitrailleuse ; chars russes de 18 t, vitesse 40 km/h, un canon, trois mitrailleuses. Ces « tanks » sont bien armés, rapides et suffisamment protégés. Les chars allemands sont ceux des divisions motorisées du Reich : vitesse 50 km/h, trois mitrailleuses, mais insuffisamment protégés. Il est question de renforcer leurs blindages. Les chars italiens sont légers (2 500 kg), armés de deux mitrailleuses et se déplacent à la vitesse de 45 km/h ; protection tout à fait insuffisante contre les canons antichars. Ce sont ces tanks qui faisaient la campagne d'Ethiopie.

Vers l'avion bon marché

MAIS oui, on peut aujourd'hui construire des avions dont le prix de revient soit de l'ordre d'une automobile d'un modèle courant, à la condition, toutefois, d'utiliser un moteur construit en grande série (voiture de tourisme). Ainsi, aux Etats-Unis, la « Campbell Aircraft Co »

(1) Voir *La Science et la Vie* n° 126, page 491.

a monté un « V-8 Ford » sur un avion monoplan, conduite intérieure, deux places, dont les essais contrôlés ont démontré le bon rendement (1) : vitesse maximum 164 km/h, de croisière 140 km/h, consommation, 225 gr d'essence par ch/h. De même un moteur de série « Hudson-Terraplane » de 100 ch a tourné pendant 300 h sans défaillance en entraînant une hélice par courroie. La construction en grande série pour l'automobile a permis de construire des moteurs de 3 litres de cylindrée, de 80 à 90 ch, moins lourds que ceux des avions d'avant-guerre (environ 2 kg par ch) et ne coûtant que 23 f le ch (2). Il n'y a donc pas de raison pour que le prix d'un avion (deux places) soit supérieur à celui d'une voiture (deux places).

A propos de la catastrophe du dirigeable « Hindenbourg »

CERTAINES observations paraissent jusqu'à présent faire supposer que l'incendie du dirigeable allemand *Hindenbourg* (3) survenu en mai dernier, au moment de son atterrissage à Lakehurst, près New York, pourrait être, en effet, attribué à certains phénomènes électriques. Des constatations effectuées par R. Le Normand, au cours de voyages aériens, il résulte que l'aéronef se comporte au sein de perturbations atmosphériques — comme celle rencontrée par le *Hindenbourg* et qui avait retardé de douze heures son horaire normal — à la façon d'un condensateur géant (bouteille de Leyde). C'est ainsi qu'à l'approche de nuages « cumulo nimbus » — dont le mécanisme d'électrification a été déjà exposé ici (4) — les appareils de radio révèlent la charge électrique d'un dirigeable par certains bruits particuliers perçus aux écouteurs. Il peut même arriver que les lampes du poste de radio soient grillées si le navire aérien passe à proximité d'un nuage chargé d'électricité de signe contraire au sien, par suite de la décharge qui se produit alors entre ce dernier et le ballon. Au cours d'un autre voyage, on a constaté, après la traversée d'un orage, que le passage au-dessus d'une forêt pouvait rendre silencieux les radiorécepteurs : le dirigeable

(1) Un réducteur de vitesse à engrenages droits permet de faire tourner l'hélice deux fois moins vite que le moteur.

(2) Un moteur dit d'aviation fournissant de 36 à 290 ch revient, par contre, à 225-400 f le ch, soit dix fois plus au moins. Certes, ce moteur est plus léger (750 g au ch) mais le poids supplémentaire de 40 kg sur 100 ch n'est pas de nature à faire rejeter le moteur d'auto.

(3) Voir *La Science et la Vie* n° 229, page 27. Le *Hindenbourg* ou *L. Z. 129*, en service depuis un an, avait déjà effectué régulièrement 20 traversées de l'Atlantique-Nord ; 118^e appareil construit par la firme « Zeppelin », il était aussi le plus grand : 200 000 m³ ; pesant 195 000 kg ; il pouvait emporter 30 t de charge utile et était propulsé par 4 moteurs Diesel de 1 100 ch.

(4) Voir *La Science et la Vie*, n° 171, page 199.

s'était donc déchargé. Enfin, on a observé également que la charge électrique de l'aéronef pouvait être suffisante pour que l'approche de la main des organes métalliques de la cabine de radio provoque la formation d'effluves (1). Tous ces phénomènes atteignent leur maximum d'intensité à l'arrière du dirigeable où l'électricité semble donc s'accumuler. Or, c'est précisément à l'arrière du *Hindenbourg* que semble s'être produite l'explosion. On sait aussi que la rupture de l'ossature métallique peut également provoquer l'inflammation de l'hydrogène — incendie du *R-38* — et c'est l'avis du docteur Eckener lui-même. Quoi qu'il en soit, la perte du plus grand dirigeable du monde démontre — une fois encore — que l'hydrogène doit désormais céder la place à l'hélium (2) pour le gonflement des ballonnets. L'hydrogène, s'il offre l'avantage de donner à l'aéronef une grande force ascensionnelle, est, en effet, très facilement inflammable et forme avec l'oxygène de l'air un mélange détonant. Par contre, si l'hélium garantit à ce point de vue toute sécurité, son prix de revient est fort élevé et l'Allemagne doit l'acheter à l'Amérique. Des contrats vont être établis avec les Etats-Unis, seuls producteurs d'hélium, pour cette fourniture à condition que son emploi soit exclusivement réservé aux dirigeables commerciaux, mais c'est une démarcation assez délicate à établir.

L'Allemagne et le caoutchouc de synthèse

AU Palais de l'Allemagne (Exposition 1937) sont exposés des échantillons de caoutchouc synthétique « Buna » ainsi que des objets (pneumatiques) fabriqués avec cet *ersatz* dont les qualités se sont révélées égales ou supérieures à celles de la gomme naturelle (des pneus ont parcouru sans défaillance plus de 100.000 km). Afin de favoriser cette industrie qui doit contribuer à son indépendance économique, le III^e Reich vient de prendre une importante décision : un droit de plus de 100 % *ad valorem* frappe maintenant tout le caoutchouc importé en Allemagne. Cette taxe produirait environ, au rythme actuel des importations, 90 millions de marks par an. Elle est prévue pour permettre à l'industrie du « Buna » de se développer et d'abaisser le prix de revient qui est 60 % plus élevé que celui du caoutchouc naturel (3).

(1) Décharges obscures ou faiblement lumineuses.

(2) Voir *la Science et la Vie* n° 164, page 47, et 232, page 271.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 227, page 414. Rappelons que le « Buna » est obtenu à partir du charbon et de la chaux qui, au four électrique, donnent du carbure de calcium d'où, par action de l'eau, l'acétylène. Celle-ci est transformée en butadiène dont le « Buna » est un dérivé par polymérisation (véritable condensation de plusieurs centaines de molécules de butadiène en une molécule géante de caoutchouc).

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.

Les circuits expenseurs et la contre-réaction

Si les améliorations et les perfectionnements se sont succédés assez rapidement pour les radiorécepteurs, les efforts des techniciens ont dû cependant diviser le problème pour le résoudre. Ce fut tout d'abord la recherche de la plus grande sensibilité, puis de la puissance.

Actuellement, la musicalité est à l'ordre du jour, et c'est pour son amélioration qu'ont été imaginés les circuits expenseurs et le système de contre réaction en basse-fréquence (1).

A quoi sert le circuit expenseur ? A réaliser un relief musical que l'on ne peut obtenir par les moyens normalement utilisés jusqu'ici. Une image permet de comprendre le principe de l'opération recherchée. Au poste d'émission, les multiples sons émanant d'instruments ou de voix humaines sont, en quelque sorte, compressés par les appareils d'émission, c'est-à-dire que sont réduits les rapports entre la puissance des passages les plus hauts et les plus bas. Au moment de la restitution (réception), chaque son doit reprendre son amplitude normale légèrement aplatie par la « compression ». D'où la nécessité d'un circuit expenseur.

Voyons l'application pratique : théoriquement, il s'agit de placer, dans le circuit

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 240, page 431.

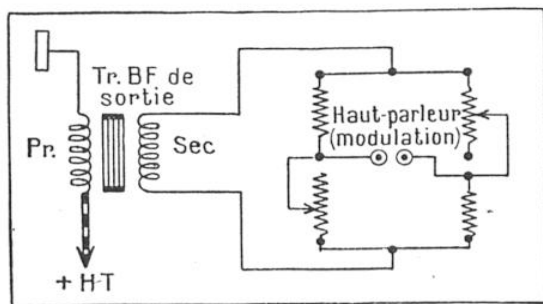


FIG. 1. — SCHÉMA D'UN CIRCUIT EXPENSEUR

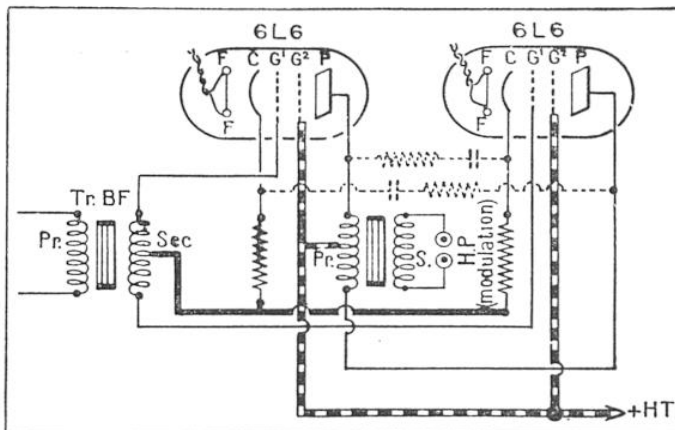


FIG. 2. — SCHÉMA D'UN MONTAGE A CONTRE-RÉACTION EMPLOYÉ AVEC DEUX LAMPES 6-L-6

du haut-parleur, des résistances dont la valeur change notablement avec l'intensité qui les traverse. C'est ainsi que le circuit de la figure 1, monté comme un véritable pont de Wheatstone, constitue un circuit expenseur excellent. Les deux résistances variables n'ont d'autre but que de déséquilibrer le pont qui, sans cette précaution, ne laisserait passer aucun courant dans le haut-parleur. Les deux résistances fixes peuvent être constituées par des lampes d'éclairage qui offrent ce gros avantage : être environ dix fois plus résistantes (électriquement parlant) lorsqu'elles sont chauffées qu'à circuit ouvert.

Il existe de multiples autres dispositions, parmi lesquelles on peut citer le système de Crosley, de Selway, etc.

Et voici maintenant la contre-réaction en B. F. Ce n'est autre chose que l'image de la réaction en haute fréquence, bien connue de tous les sans-filistes. Ici, pourtant, nous ne rechercherons pas ce que l'on appelle l'accrochage, mais bien l'inverse. Somme toute, notre réaction est inversée et produit donc une légère diminution d'intensité sonore. Mais cet inconvénient, s'il faut l'appeler ainsi, est vite rattrapé par des avantages indiscutables. On neutralise ainsi toutes les capacités parasites du montage ; on sup-

prime les sifflements et les amorçages d'oscillations B. F. Mais le résultat final est l'augmentation de musicalité et de relief des auditions. La figure 2 nous montre un des systèmes employés sur deux lampes 6. L. 6 montées en « balance ». Les résistances et capacités en pointillé constituent le système de contre-réaction B. F.

La triode-hexode

Voici la lampe la plus récente pour le changement de fréquence.

Pour assurer cette fonction, on fit tout d'abord appel à deux lampes triodes : l'une modulatrice, l'autre oscillatrice puis triode (« tropadyne » et « strobodine »). Mais on oblige le tube à jouer deux rôles différents, ce qui s'oppose au meilleur rendement.

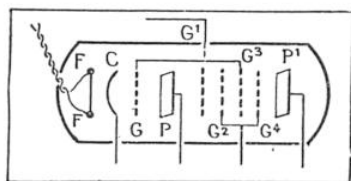


FIG. 3. — SCHÉMA DE LA TRIODE-HEXODE

C'est ensuite la bigrille qui tient la vedette pendant des années. Il y a évidemment amélioration puisque la grille supplémentaire permet de considérer une certaine séparation des fonctions. On l'abandonne cependant pour la pentode qui, n'ayant pas été créée dans ce but, est assez vite délaissée. (On sait par contre qu'elle s'est définitivement imposée comme amplificatrice.) C'est alors le tour de l'hexode dont l'emploi comme changeuse de fréquence est de courte durée.

Il en est tout autrement de l'heptode américaine qui s'installe en maîtresse, puis de sa concurrente l'octode. Elles se partagent depuis quelques années la faveur des sans-filistes.

Une autre lampe nous est offerte désormais : c'est la triode-hexode. Tout comme les précédentes, elle présente l'avantage

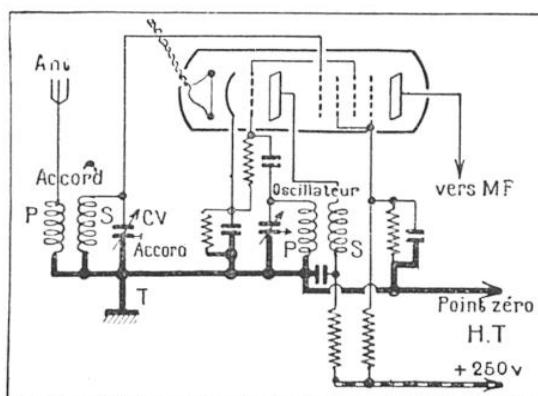


FIG. 4. — MONTAGE D'UNE TRIODE-HEXODE SUR LES BOBINAGES ACCORD ET MODULATEUR

d'être une lampe multiple, bien qu'il n'y en ait qu'une seule sur le support. On a toujours l'excellent fonctionnement de deux tubes assurant chacun une fonction bien déterminée.

Ce nouveau tube comprend :

Partie triode : cathode, grille, plaque.

Partie hexode : la même cathode commune aux deux éléments, grille de commande G_1 , grilles-écran G_2 et G_4 , grille de commande G_3 reliée à G_2 de la triode, plaque P_1 .

Schématiquement, on la représente selon la figure 3. La figure 4 indique comment elle se monte sur les bobinages accord et oscillateur.

L'intensité que peuvent supporter les plombs

Voici, pour répondre au désir d'un certain nombre de nos lecteurs, l'intensité de courant que peuvent supporter d'une façon continue les « plombs » utilisés soit pour les récepteurs ou les installations électriques.

DIAMÈTRES DU FIL EN 1/10 DE MM.	INTENSITÉ EN AMPÈRES
4	1,5
5	2
6	2,5
7	3,5
8	4,5
9	6
10	7
12	9
14	12
16	15

A titre d'indication, signalons qu'une lampe de 40 watts consomme, sous 110 volts, environ 0,36 ampère ou 360 milliampères. Un poste récepteur « tous courants » consomme environ 0,3 ampère ou 300 milliampères ; un récepteur sur alternatif de 0,3 ampère à 0,4 ampère c'est-à-dire de 300 à 400 milliampères.

Pour un récepteur de T. S. F., il n'en est pas de même. Puisqu'il faut prévoir son fonctionnement sur différents secteurs, des prises existent sur le primaire du dispositif d'alimentation, afin d'utiliser celle qui convient au secteur dont on dispose. Rien n'empêche de remplacer cette manette par un plomb fusible qui devrait tenir lieu, à la fois, de distributeur de tension et de protecteur.

Malheureusement, si le premier de ces rôles est correctement tenu, il n'en est pas de même du second. Et voici pourquoi : lorsque l'on branche un récepteur sur le courant, la consommation est beaucoup plus forte qu'après quelques secondes de fonctionnement. Ceci en raison de ce qu'un conducteur chaud (le filament des lampes) est plus résistant qu'un même conducteur froid. Or, de deux choses l'une. Ou le fusible est calculé juste pour supporter l'intensité normale en fonctionnement et il fond aussitôt, ou il est calculé trop largement et il est inefficace.

GÉO MOUSSERON.

CONFORT, VITESSE ET SÉCURITÉ S'ALLIENT A L'ÉCONOMIE SUR LA « PETITE » VOITURE MODERNE

PRÉCISONS tout d'abord qu'il ne faut pas entendre par « petite » voiture un véhicule dérivé d'un type de puissance supérieure par une simple réduction de dimensions et sur lequel on a sacrifié certains perfectionnements pour en diminuer le prix de revient. La vraie « petite » voiture doit résulter d'un ensemble de solutions minutieusement étudiées sans accepter aucune concession concernant la sécurité, le confort, l'économie. Seule l'étude rationnelle de divers postes de dépenses et la construction en très grande série peuvent permettre d'atteindre ce but.

Pourquoi une « petite » voiture

De l'étude du marché automobile dans le monde, il ressort que tandis qu'en France la production et la vente ont baissé par rapport aux années 1929-1930, à l'étranger, au con-

traire, l'industrie automobile a progressé. Ainsi pour un nombre d'habitants sensiblement équivalent, l'Angleterre a construit 400 000 voitures, près du triple de la production française. En ce qui concerne la vente, elle est passée, en France, de 174 486 unités en 1930-1931 à 142 247 pour l'exercice 1935-1936. Les chiffres du premier trimestre 1937 accusent une nouvelle régression vis-à-vis de la même période de 1936 (36 000 voitures contre 40 638). Cette situation est due notamment à l'idée encore trop répandue dans notre pays que l'automobile est un objet de luxe exigeant des revenus considérables et à ce que l'on a appelé le snobisme de la grosse voiture. Ces deux constatations sont de toute évidence étroitement liées. Cependant, on peut prévoir dès à présent un certain revirement. L'exemple de nombreux instituteurs, fonction-

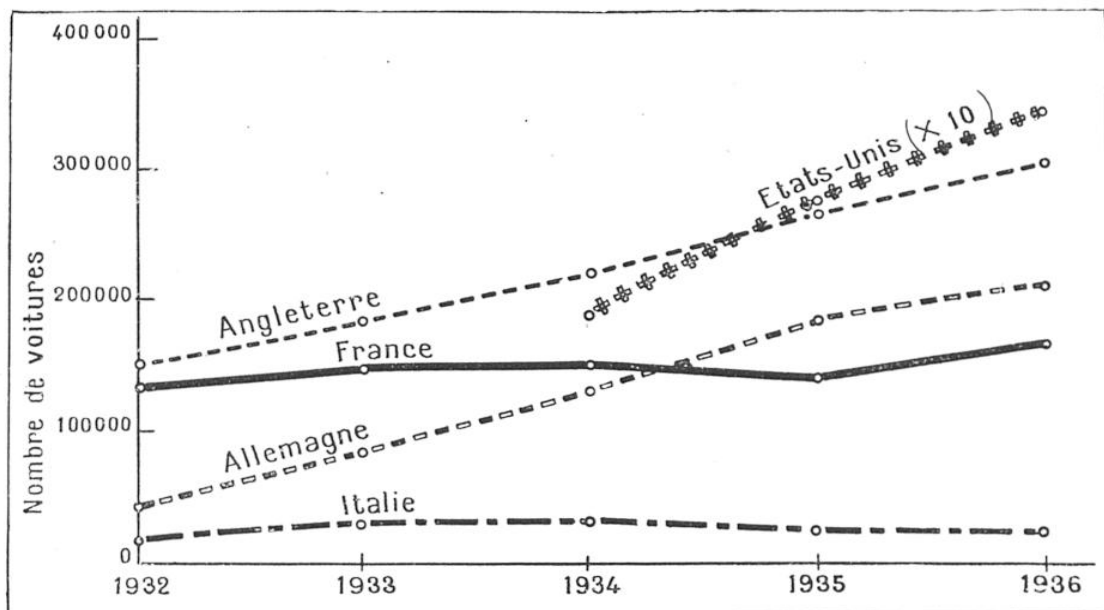


FIG. 1 — VOICI LE NOMBRE DE VOITURES NEUVES ENREGISTRÉES DANS LES PRINCIPAUX PAYS PRODUCTEURS, DEPUIS CINQ ANS

Pour les Etats-Unis les ordonnées de la courbe doivent être multipliées par 10. On voit qu'en France la situation est stationnaire, tandis qu'elle s'améliore pour l'Allemagne, l'Angleterre, les Etats-Unis. En ce qui concerne l'Italie, le nombre de voitures neuves enregistrées croît actuellement. La campagne d'Ethiopie n'est pas étrangère à la faiblesse des chiffres de 1935 et 1936.

naires, représentants de commerce, propriétaires d'une automobile, démontre que des ressources relativement modestes suffisent à l'achat et à l'entretien d'une voiture. De plus, l'auto constitue aujourd'hui pour beaucoup un instrument de travail indispensable qui rapporte plus qu'il ne coûte à la condition, bien entendu, que le problème de la voiture économique soit rationnellement envisagé. L'exemple de l'Angleterre, où, sur 400 000 véhicules vendus en 1936, on en compte plus de 100 000 à deux places, indique nettement la solution de ce problème sous

pas plus de services que la deux places.

Quelques chiffres nous permettront de comparer les budgets nécessités par une 4 places et une 2 places telle que la *SIMCA-Cinq*. En ce qui concerne le prix d'achat, prenons 20 000 f pour la première, celui de la 2 places étant de 11 900 f. Établissons les budgets de deux voitures en supposant qu'au bout de cinq ans elles auront parcouru 100 000 km et qu'elles seront complètement amorties. Le tableau page xx1 indique, chapitre par chapitre, les dépenses correspondantes aux deux voitures pour cinq ans.

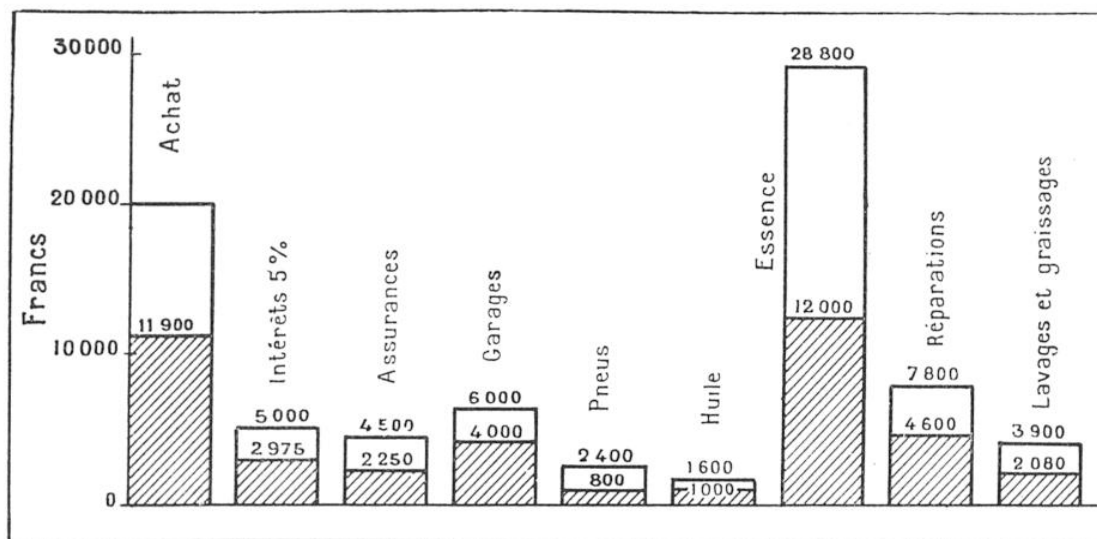


FIG. — 2. COMPARAISON DES DÉPENSES TOTALES ENTRE UNE VOITURE DE CYLINDRÉE MOYENNE ET UNE « PETITE » VOITURE ÉCONOMIQUE « SIMCACinq »

Ces budgets ont été établis en supposant un parcours de 100 000 km couverts en 5 ans (20 000 km par an) et un amortissement complet au bout de cette durée.

la forme d'une « petite voiture économique », mais néanmoins confortable et susceptible de réaliser des performances analogues à celles des véhicules plus puissants (1).

Pourquoi la voiture deux places ? Tout d'abord parce qu'elle peut être légère et spacieuse et que, malgré sa faible puissance, elle peut soutenir une vitesse moyenne élevée. Ensuite et surtout parce que seule elle permet d'obtenir ce que l'on peut appeler un grand « coefficient d'utilisation ». En effet, l'expérience prouve que pendant les 9,9 dixièmes de sa vie, une voiture ne transporte qu'une ou deux personnes. Ainsi, pendant 990 km sur 1 000, la voiture 4 places, avec une consommation bien supérieure en essence et huile, des frais de garage, d'entretien, d'assurance bien plus élevés, ne rendra

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 227, page 424.

Ainsi le budget total de la *SIMCACinq* est égal sensiblement à la moitié de celui de la voiture moyenne. Si nous ne tenons compte que des frais d'usage et d'entretien, nous trouvons pour la première 11 100 f par an et pour la *SIMCACinq* 5 340 f. Dans ces conditions, on peut être surpris de constater que pour la somme de dépenses annuelles d'une voiture considérée cependant comme modeste, la 8-10 ch, on pourrait avoir en service deux *SIMCACinq*. Mais la balance penche encore en faveur de cette dernière si l'on tient compte du « coefficient d'utilisation » dont nous avons parlé plus haut. Les chiffres précédents montrent en effet que pour transporter 4 personnes, le prix de revient est le même avec une 8-10 ch ou deux 5 ch. Toutefois cette égalité ne persiste que si au cours des 20 000 km

	Voiture de cylindrée moyenne 7-8-9-10 ch	SIMCACinq
Prix d'achat	20 000	11 900
Intérêts 5 % (pendant 5 ans)	5 000	2 975
Assurances (aux tiers, vol et incendie)	4 500	2 250
Garage.....	6 000	4 000
Pneus (un train par 20 000 km)	2 400	800
Huile :		
Pour la <i>voiture de cylindrée moyenne</i> : 8 vidanges de 4 litres par an	1 600	
Pour la <i>SIMCACinq</i> , 10 vidanges de 2 litres par an		1 000
Essence :		
Pour la <i>voiture de cylindrée moyenne</i> : 12 litres aux 100 km.	28 800	
Pour la <i>SIMCACinq</i> , 5 litres aux 100 km.		12 000
Réparations (1)	7 800	4 600
Lavages et graissages :		
Pour la <i>voiture de cylindrée moyenne</i> :		
1 lavage à 10 f par semaine	3 900	
1 graissage à 5 f par semaine		
Pour la <i>SIMCACinq</i> :		
1 lavage à 5 f par semaine		2 080
1 graissage à 3 f par semaine		
	80 000	41 605
Soit une différence en faveur de la <i>SIMCACinq</i> de 38 395 f en cinq ans et 7 679 f en un an.		
(1) <i>Réparations.</i> — Les chiffres indiqués correspondent à la moyenne des travaux les plus courants effectués sur une voiture ayant couvert 100 000 km en cinq ans, par exemple : Une révision de moteur ; rodages de soupapes ; travaux de remise en état de la direction et des articulations qui travaillent le plus (rotule de direction, axes de triangulation, resserrage du boîtier de direction, etc.) ; réglages et réfections de freins, etc.		

TABLEAU DES POSTES DE DÉPENSES D'UNE VOITURE MOYENNE ET D'UNE « SIMCACinq » POUR 100 000 KM PARCOURUS EN 5 ANS (AMORTISSEMENT TOTAL COMPRIS)

parcourus en un an les voitures en question sont pleinement utilisées. Dans la pratique, il n'en est pas ainsi. Si nous admettons que sur ces 20 000 km la voiture moyenne a parcouru 15 000 km avec deux personnes seulement, ce qui, dans le cas général, est un maximum, une *SIMCACinq* aura suffi pour assurer le même service pendant ces 15 000 km. Il en résulte donc une économie de 15 000 km sur la deuxième *SIMCACinq* à laquelle on n'aura fait appel que pour les 5 000 km où quatre personnes auront dû être transportées.

Certes, il ne faudrait pas tirer de ces considérations des conclusions extrêmes et prétendre que dans tous les cas, la petite voiture économique peut et doit remplacer la voiture moyenne. Nous avons voulu montrer simplement l'écart énorme qui sépare les budgets de ces deux types de véhicules qui doit permettre à un nombre considérable de personnes d'acheter une voiture *neuve* susceptible de leur rendre d'immenses services. On sait, en effet, que la voiture d'occasion revient toujours plus cher, d'autant plus qu'aujourd'hui la vente à tempérament — qui

assure la prospérité du marché américain — procure toutes les facilités en ce qui concerne l'achat (300 f par mois pour la *SIMCACinq*).

Voici maintenant les performances et la réalisation : la consommation de la *SIMCACinq* fut de 4,870 litres au cours des 50 000 km effectués dans Paris (au concours du Bidon de 5 litres elle a réalisé 3,100 litres aux 100 km) la vitesse est normalement de 85 à 90 km/h (105,532 km en une heure à Montlhéry, le km lancé à 107,925 km/h). Au point de vue de la résistance, il suffit de se souvenir qu'au cours des 50 000 km parcourus à Paris, 74 900 changements de vitesse, 83 150 débrayages, 82 409 freinages, correspondant à un trajet sur route trois fois plus long, ont été supportés sans défaillance. Sa carrosserie monocoque, entièrement métallique, son moteur à culasse d'aluminium, sa boîte à 4 vitesses, sa suspension avant à roues indépendantes, ses freins hydrauliques, son équipement électrique 12 volts donnent une sécurité complète et font bien de la *SIMCACinq* la voiture économique répondant aux conditions recherchées par les automobilistes.

L'URBANISME SOUTERRAIN A L'EXPOSITION DE 1937

LE sous-sol d'une grande ville moderne renferme des ouvrages d'art, des canalisations urbaines et des aménagements de toutes sortes qui, chaque jour, vont en augmentant tant en nombre qu'en importance. L'ingéniosité des constructeurs se donne libre cours pour organiser rationnellement la capitale souterraine et y loger au mieux les multiples services de première nécessité souvent mal connus du public, mais indispensables à la vie de la cité.

Ainsi le sous-sol parisien s'est transformé considérablement depuis la création du réseau des lignes multiples du Métropolitain qui a dû s'adapter, avec le minimum de complications, au réseau déjà existant, et lui aussi d'une grande complexité, des égouts et des canalisations diverses. Ce sont, de tous côtés, des chevauchements entre les lignes déjà tracées. Cela sans oublier les galeries des anciennes exploitations de gypse et de calcaire, vieilles de sept siècles et qui souvent ne sont pas les moins gênantes.

Il faut y ajouter encore les nouveaux moyens de défense militaire, c'est-à-dire la construction déjà ébauchée d'autostrades souterraines. On sait, en effet, que des voies souterraines traversant tout Paris et en reliant les sorties sont en projet.

« L'Exposition de 1937 nous présentera, entre mille autres merveilles, une image avant la lettre de ces formidables transformations. Quelle imposante et magnifique leçon de choses que la prodigieuse installation des abris souterrains de la Banque de France où reposent, à 23 m de profondeur, les réserves d'or de la France ! »

Ainsi s'exprimait récemment M. Paul Lemoine, membre de l'Institut, directeur du Muséum National d'Histoire Naturelle, au sujet de l'avenir de l'urbanisme souterrain, branche nouvelle de l'urbanisme spécialisée dans l'aménagement du sous-sol des grandes cités. Il concluait :

« Le domaine souterrain est immense et à peine exploité par l'urbanisme contemporain. Il est cependant susceptible d'être utilisé beaucoup plus qu'il ne l'est.

« On peut penser que dans certaines capitales, on pourrait envisager des voies souterraines, véritable métro pour voitures, sur lesquels s'ouvriraient des garages, des immeubles et peut-être même, en certains points, des boutiques et des magasins.

« Déjà, en diverses villes, on a cherché et trouvé des solutions de ce genre, et il est très naturel que de jeunes générations d'ar-

chitectes et d'ingénieurs les recherchent d'une façon méthodique ; car il est malheureusement possible que, par suite d'un excès malfaisant de la civilisation, l'humanité en soit réduite à chercher sous terre un refuge sûr contre certaines attaques. »

Écoutons aussi M. E. Pontremoli, de l'Ecole Nationale Supérieure des Beaux-Arts, membre de l'Institut :

« En considérant, d'une part, l'empirisme maladroît des solutions actuelles de la voirie et de la circulation, le désordre qui règne dans toute l'organisation urbaine souterraine, le soin apporté seulement à l'apparence des choses, la négligence totale des « dessous » et, d'autre part, les expériences heureuses tentées ici ou là, les ressources nouvelles créées par la science permettent, sans folie, de concevoir pour aujourd'hui ou demain une meilleure organisation dans la vie ; tout cela, en fin de compte, fait que ces utopies, ces anticipations prennent, à la réflexion, figure de réalité. »

M. Jacques Gréber, architecte en chef de l'Exposition, a dit aussi :

« On pense à Métropolis, on regrette les rayons du soleil, bien que d'ingénieux appareils nous promettent de les envoyer bientôt au fond des mines. On entrevoit de coûteux ventilateurs. Mais on oublie peut-être les poussières, les fumées, le vacarme, l'enfer des grands carrefours, malgré leur apparent « plein air ».

« Le fait inéluctable de la congestion urbaine appelle des remèdes ou amènera sans rémission le déclin des Métropoles.

« C'est par l'organisation méthodique, rationnelle, d'un évidement par en bas qu'on sauvera le centre urbain, puisque l'évidement en surface coûterait encore plus cher. »

Enfin, M. Marcel Poète, professeur d'Évolution des Villes à l'Institut d'Urbanisme de l'Université de Paris, a écrit :

« Le sol et le ciel s'offrent comme champ d'action de l'urbanisme. On peut s'étonner que le sous-sol n'ait pas été jusqu'à ce jour envisagé avec la même ampleur.

« La technique peut assurer toutes les liaisons nécessaires avec la surface occupée par la ville. L'aération artificielle est susceptible de produire un air plus sain que celui qu'on respire présentement dans les grandes cités envahies par une circulation automobile intense. Ainsi des voies, des édifices, peuvent être incorporés au sous-sol. Cela facilitera la circulation superficielle, permettra de ménager plus d'espaces libres

à la surface et de sauvegarder la physiologie d'art des vieilles villes — ces traits essentiels du passé dont la disparition défigurerait, corps et âme, la Cité. »

* * *

Parmi les diverses manifestations de la classe 17 *ter*, qui est celle de l'Urbanisme Souterrain, les réalisations suivantes sont appelées à intéresser les visiteurs par leur nouveauté et leur conception originale :

1^o La maquette lumineuse du Paris souterrain

A travers un Paris « transparent », grâce aux nouvelles possibilités de l'éclairage électrique, nous assistons pour la première fois à la vie interne du Paris souterrain actuel avec ses carrières, ses réseaux complexes du Métropolitain, d'égouts, de canalisations de toutes sortes et sa constitution géologique. Deux jeux de lumière et d'éclairage spéciaux présentent le Paris souterrain futur avec son réseau d'autostrades souterrain pour la circulation et l'évacuation de la population, en cas d'attaques aériennes ; le « zoning » souterrain de l'an 2 000, etc...

2^o Abri collectif de défense passive

Un grand abri sur deux étages d'une superficie de 200 m² est réalisé par les soins de la Société des Architectes diplômés par le gouvernement, au Groupement Aéronautique de l'Ecole des Beaux-Arts, de l'Association des Architectes Anciens Combattants et du Groupement d'Etudes du Centre Urbain souterrain. Le premier étage de cet ensemble est occupé par un abri collectif pour un immeuble ou un groupe d'immeubles modernes, — le premier étage étant consacré aux différents types d'aménagements en abris des sous-sols et caves d'immeubles.

3^o Participation de la Ville de Paris

La Direction générale de la Ville de Paris apporte une importante participation à la classe, par l'exposition de nombreuses photographies et maquettes de ses nombreuses réalisations souterraines et par la projection permanente de films, documents et aquarelles représentant l'exécution des travaux et des chantiers.

4^o Sous-sols de la Banque de France

Une reconstitution grandeur naturelle des sous-sols de la Banque de France, d'une superficie de 200 m², et représentant l'entrée, la porte massive d'acier et les « caves » proprement dites, comporte de nombreux dioramas et maquettes de cet intéressant ensemble souterrain.

Plusieurs participations relatives aux travaux et équipements de locaux souter-

rains, à l'architecture et à l'urbanisme du sous-sol des cités, et aux grandes réalisations souterraines complètent l'ensemble de cette Classe qui groupe les manifestations internationales d'Urbanisme souterrain.

Insistons sur la première de ces réalisations : la maquette lumineuse du sous-sol parisien. Voici ce qu'en dit M. G. Brunon Guardia :

« Le sol parisien devient transparent ; nos regards vont pouvoir parvenir sans effort jusqu'à 50 mètres au-dessous du niveau de la Seine.

« La clef de cette énigme ? Le plan de Paris « en profondeur » que préparent pour l'Exposition, sous la direction de M. Utudjian, toute une équipe d'architectes et d'ingénieurs.

« Maquette plus que plan, à la vérité, ou plan triple, si l'on préfère.

« Il a une forme circulaire avec une excroissance vers le nord, où s'amorce l'autostrade qui doit, un jour, relier Paris au Bourget. Son diamètre est de 5 m.

« Après divers effets, on a choisi, pour figurer le sol aussi bien que les divers étages du sous-sol, la toile métallique tendue sur trois cadres d'acier. On obtient ainsi trois tableaux dont le premier correspond à la surface ; c'est le plan de Paris proprement dit ; le second au premier sous-sol — passages souterrains pour voitures et pour piétons, métropolitain, égouts, canalisations diverses ; le troisième, au second sous-sol, consacré, par anticipation, à de grandes voies de communication et à divers services publics ou privés.

« La transparence de la toile métallique permet d'embrasser, d'un seul coup d'œil, l'ensemble de tous ces éléments superposés, représentés de façon schématique, en les simplifiant à l'extrême. De plus, divers jeux d'éclairage isolent alternativement l'un ou l'autre des « étages » du plan, et cela par des moyens tout à fait nouveaux. Les diverses artères, en effet, sont présentées sur les châssis de toile métallique soit par des tubes au néon (lumière froide) soit par des éléments « fluorescents », qui ne se colorent et s'illuminent que lorsqu'on projette sur eux des rayons infra-rouges, lesquels n'éclaireront point les autres matières. Un ingénieur, qui devait être un poète, a doté ces rayons d'un nom splendide : « la lumière noire ».

« Avec ces trois plans superposés, sa lumière blanche, sa lumière noire, sa lumière froide, cette maquette sera le clou du congrès d'urbanisme souterrain. »

* * *

Le Groupe d'Etudes du Centre Urbain Souterrain, fondé en 1933, qui comprend des techniciens dont la compétence spéciale se rattache aux études du sous-sol (urbanistes, architectes, ingénieurs, hygiénistes, géologues, etc...) et dont l'activité s'est mani-

festée d'une façon continue et progressive depuis sa fondation (Congrès d'Urbanisme de Bordeaux 1934 ; treizième Congrès international des Architectes de Rome 1935), a entrepris l'organisation d'un premier Congrès international d'Urbanisme souterrain, à l'occasion de l'Exposition Internationale de Paris 1937. Il se tiendra à Paris du 8 au 13 juillet.

Cette manifestation a lieu sous le patronage de l'Exposition, des grandes sociétés d'urbanistes, d'architectes et d'ingénieurs, des grandes villes de France et des notabilités de l'urbanisme, de l'architecture, la géologie et la technique sous toutes ses formes.

Le Congrès comporte deux sections :

Une première section d'urbanisme souterrain proprement dit, devant utiliser toutes les recherches en vue de synthèses tenant compte des rapports du sous-sol et de la surface. (Architecture, urbanisme, législation, etc.).

Une deuxième section de la technique du sous-sol, destinée à fournir les éléments analytiques des compositions urbanistiques (technique et équipement).

Des visites, manifestations et séances communes permettront les échanges les plus heureux entre les techniciens, urbanistes et architectes.

Le programme du premier Congrès d'urbanisme souterrain comprend, en outre des séances de travail, des réceptions, des visites aux réalisations souterraines, une excursion dans un village troglodytique, etc...

C'est pendant la durée de ce même Congrès que se dérouleront, à l'Exposition, les manifestations de la classe 17 *ter* « Urbanisme souterrain », les fêtes de la lumière en plein air, celles de la soirée romantique, celle de l'Apothéose de la Seine, et enfin la Fête nationale à l'Exposition.

Voici les différents points de vue envisagés déjà pour l'utilisation d'un sous-sol :

1^o Réalisation d'un plan d'avenir relativement constant ; possibilités d'extension en étendue et en profondeur ; possibilités d'application immédiate aux cités existantes sans entraves à leur activité ; récupération du prix d'expropriation de leur surface par la vente ou l'exploitation, en volume, du sous-sol, défense du centre vital de la cité contre les attaques aériennes (bombes, gaz, microbes) ;

2^o Circulation : remède radical au problème de la circulation (dégagement de la surface, création de voies modernes en sous-sol à l'abri des dangers de dérapage, principe de l'autostrade, déplacements inutiles évités par le groupement fonctionnel de différents éléments (banques, administrations,

commerces, magasins, sociétés, spectacles) ; liaison rapide entre les ports aériens et le centre urbain ;

3^o Hygiène : aération artificielle par captage d'air pur à de hautes altitudes et régénération de l'air usé ; constance de la température intérieure ; possibilité de chauffage ou de réfrigération des voies urbaines ; protection des piétons contre les intempéries ; utilisation des espaces rendus libres à la surface pour des zones de verdure (terrains de jeux, d'aviation) ; éclairage artificiel distribué de façon rationnelle suivant les besoins des différents organes de la cité ; suppression des îlots insalubres, amélioration de l'habitat humain à la surface par le groupement en sous-sol de certains services fonctionnels de la cité ;

4^o Esthétique : amélioration esthétique du centre de la cité ; sauvegarde et mise en valeur des monuments intéressants de la surface ; possibilité d'extension du centre souterrain en surface ou en profondeur sans inconvénients esthétiques.

* * *

L'admirable leçon de choses que donne dans ce domaine l'Exposition 1937 sera certainement comprise du grand public français. On voudrait aussi que les délégués des diverses nations, présents à ce congrès, puissent emporter de la classe 17 le souvenir d'une manifestation originale et inédite et l'impression d'avoir, en quelque sorte, assisté à la genèse de l'urbanisme souterrain au cœur de Paris.

Cette leçon sera aussi pour nous un avant-goût de la réalisation projetée et qu'il est à propos, ici, de citer à nouveau, celle des « autoroutes souterraines » qui décongestionneront la circulation dans la capitale. Il va de soi que, comme éclairage, comme voies de circulation, comme moyens d'intercommunication, on devra faire appel au dernier cri du modernisme. Ce ne sera pas un mince problème à résoudre, étant donné l'actuel réseau du Métropolitain qui est, lui-même, en incessant élargissement. Il y aura lieu de prévoir des combinaisons d'ascenseurs géants pour établir le contact avec la surface, et de prévoir aussi toutes les annexes habituelles à la circulation, depuis le passage clouté jusqu'aux ravitaillements d'essence et aux agents à bâton blanc.

Un jour, peut-être plus proche qu'on ne croit, sous l'impulsion obstinée, au conseil municipal, de M. Lemarchand, grand apôtre, avec M. Fiancette, de cette circulation souterraine, cette transformation radicale de la vie parisienne que nous annonce l'Exposition deviendra une réalité.

HENRY DE FORGE.

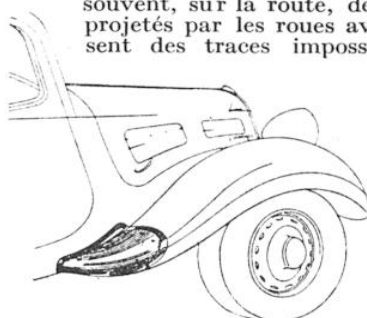
LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

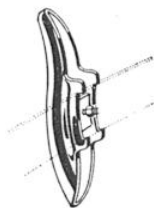
Par V. RUBOR

Accessoires utiles pour l'automobile

TOUT automobiliste a certainement remarqué avec quelle facilité la partie des ailes d'une voiture qui se raccorde au marchepied s'abîme rapidement par suite de l'inattention des voyageurs dont les chaussures rayent le vernis de ces ailes. D'autre part, en ce qui concerne les ailes arrière, elles reçoivent souvent, sur la route, des petits graviers projetés par les roues avant, qui y laissent des traces impossibles à effacer.



SABOT D'AILE
AVANT



TAMPON
«ÉCLAIR»

Un accessoire simple, le sabot *Eclair* en laiton chromé, inaltérable, permet d'éviter aisément ces inconvénients. Il s'adapte facilement au bas des ailes et les protège efficacement avec élégance.

Signalons aussi le tampon *Eclair* qui se place instantanément sur les pare-chocs sans aucune modification et complète la protection qu'ils assurent au cours des manœuvres au voisinage d'autres voitures dont les pare-chocs sont placés à des hauteurs différentes. L'obturateur de calandre *Eclair* masque heureusement le trou de

passage de la manivelle et le bouchon *Eclair* qui s'ouvre et se ferme d'un seul doigt, imperdable et antivol. Mentionnons enfin les pare-chocs latéraux *Eclair* garantissant contre les chocs latéraux et évitant aux voitures sans marchepieds de recevoir la boue projetée par les roues.

ETABLISSEMENTS CHALUMEAU, 13, rue d'Armenonville, à Neuilly (Seine).

La commande automatique (suivant l'éclairage ambiant) des feux de position d'auto

Nous avons déjà décrit (1) un accessoire d'automobile nouveau qui a vivement intéressé les visiteurs du dernier Salon.

Nous devons préciser, à ce sujet, que cet appareil, le *Tubest*, comporte deux éléments conjugués :

1° Un photo-relais Chilowsky assurant l'allumage et l'extinction des feux de position suivant l'éclairage ambiant.

2° Un enclencheur automatique *Tubest*, faisant l'objet de brevets spéciaux, fonctionnant par inertie et assurant l'automatisme de l'enclenchement du système au sortir du garage, permettant ainsi d'éviter, pendant le séjour de la voiture dans ce dernier endroit, que les feux de position ne soient allumés intempestivement par le photo-relais Chilowsky.

SOCIÉTÉ TUBEST, 6, rue Euler, Paris (8°).

V. RUBOR.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 234, page 512.

CHEZ LES ÉDITEURS⁽¹⁾

Esquisse de l'histoire universelle, par H.-G. Wells. Prix franco: France, 75 f 80; étranger, 83 f.

Un auteur tel que H.-G. Wells n'a pas besoin d'être présenté aux lecteurs de *La Science et la Vie*, qui connaissent tous l'œuvre considérable du célèbre écrivain anglais, à la fois romancier et observateur du monde scientifique dans le passé et dans l'avenir. L'objet de cette « Esquisse de l'Histoire universelle » est de présenter un récit cohérent et clair, aussi fidèle que possible, de la *Vie* et de celle de l'humanité. L'auteur a voulu démontrer aussi, dans cet ouvrage, que l'Histoire forme un tout et que l'on peut arriver à en donner une version beaucoup plus large et beaucoup plus compréhensive que

(1) Les ouvrages annoncés peuvent être adressés par LA SCIENCE ET LA VIE, au reçu de la somme correspondant au prix indiqué sauf majorations.

ne le sont les histoires appliquées à des nations isolées et à des époques particulières. Cette façon originale d'exposer un aussi vaste ensemble fait défiler devant nous un film complet qui va de l'origine de la Terre, dans l'espace et dans le temps, jusqu'à la catastrophe internationale de 1914 ! On y voit successivement l'invasion de la terre ferme par la Vie, les différents âges, l'apparition de l'homme, les langues, les races, les premières civilisations, les manifestations de la pensée (philosophie, sciences, religions, sans négliger les politiques appliquées à la forme des gouvernements et aux développements des grandes nations). Un tel ouvrage, copieusement documenté et scrupuleusement traduit par le professeur Guyot (de la Sorbonne), s'achève par une anticipation dans la prochaine phase de l'histoire du monde où l'accord universel des

volontés serait réalisé. Ce serait alors, selon l'expression de Kant, la « République des bonnes volontés ».

Poussières de physique, par J.-J. Vallory (deux volumes). Prix franco : France, 1^{er} vol., 52 f 80 ; 2^e vol., 63 f 20 ; étranger, 1^{er} vol., 58 f ; 2^e vol., 69 f 20.

Cet important et original ouvrage comportera trois tomes. Le premier est consacré, en grande partie, à la physique scolaire et culture générale. Le second constitue une étude sur la force (composition des forces, principes de la dynamique, principes de Pascal, vibrations). Le troisième comprendra l'histoire des principes de la dynamique étudiés dans le volume précédent. Peut-être un quatrième tome sur les étrangetés de la physique moderne paraîtra-t-il, un jour, pour nous montrer le malaise d'esprit qu'elle engendre pour le professeur de physique élémentaire. Cet ouvrage, à la fois vigoureux et inédit, tant par sa méthode d'exposition que par l'art de sa présentation graphique, constitue une analyse serrée et une critique parfois sévère des sciences physiques que l'auteur a intitulées lui-même : « Glanes dans le champ du sauvage subtil ». Par certains points, l'originalité de pensée, la puissance d'analyse de M. Vallory rappelle celle du professeur Bouasse, qui, dans une forme plus élémentaire, disséqua jadis la conception officielle de la physique scolaire. Tous les éducateurs, tous les initiateurs, tous les physiciens qui vraiment se soucient de la dignité du professorat, de la conservation de l'élite, du maintien de la culture, auront à cœur de lire les principaux chapitres de cette œuvre que son auteur qualifie — sans doute par ironie — de « poussières de physique ».

Matière et lumière, par Louis de Broglie. Franco : France, 21 f 60 ; étranger, 24 f 40.

La Science et la Vie a exposé à plusieurs reprises les nouvelles théories de la physique contemporaine (1) et en particulier le problème de

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 191, page 370, et n° 196, page 235.

la double nature ondulatoire et corpusculaire de la matière et de la lumière qui est lié, comme on le sait, au problème de l'existence et de l'interprétation des *quanta*. L'auteur, Prix Nobel de 1929, a notamment exposé (dans son volume de la collection « Sciences d'aujourd'hui » œuvre d'initiation puissante d'*humanisme scientifique* d'une impeccable documentation) nos conceptions actuelles sur la discontinuité de la matière et de l'électricité, sur la structure du champ électromagnétique, sur la double nature corpusculaire et ondulatoire de la lumière et des autres radiations, enfin sur les principes et les résultats éventuels de la mécanique ondulatoire auxquels Louis de Broglie a attaché son nom. On y verra aussi comment les théories quantiques ont conduit les savants à modifier considérablement leurs conceptions relativement au rôle joué par ces théories et au déterminisme des phénomènes.

Comment on soigne son jardin, par Georges Truffaut. Prix franco : France, 12 f ; étranger, 17 f 60.

Le nom de M. Truffaut fait autorité dans le domaine du jardinage, où il a su, à la fois, apporter les conceptions de l'art et les perfectionnements de la science. Sous ce terme générique de « jardins », l'auteur étudie successivement la culture potagère, l'arboriculture fruitière, le jardin d'agrément, les cultures sous verre, le sol, les ennemis des plantes cultivées. Dans chacune de ces parties, le savant technicien sait s'adresser à l'amateur, qu'il guide de ses conseils et qu'il initie progressivement et pratiquement à la science horticole, afin de lui apprendre précisément à « cultiver son jardin ». C'est, à notre avis, le meilleur moyen de lui faire aimer et le jardin et le jardinage.

Naturisme (Une base, un programme), par le docteur Louis Pathault. Franco : France, 13 f 20 ; étranger, 15 f 20.

L'auteur de ce petit livre nous fait part des enseignements recueillis (au cours de cinquante années de sanatorium) concernant l'hygiène et la thérapeutique par les méthodes naturelles.

TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an..... 55 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an..... 65 fr.
	{ 6 mois... 28 —		{ 6 mois... 33 —

BELGIQUE

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an... 70 f. (français)	Envois recommandés.....	{ 1 an... 90 f. (français)
	{ 6 mois. 36 f. —		{ 6 mois. 45 f. —

ÉTRANGER

Pour les pays ci-après : *Afghanistan, Australie, Bolivie, Chine, Danemark, Etats-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Iles Philippines, Indes Néerlandaises, Irlande, Islande, Italie et Colonies, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Pérou, Rhodésie, Suède.*

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an..... 90 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an.... 110 fr.
	{ 6 mois... 46 —		{ 6 mois.. 55 —

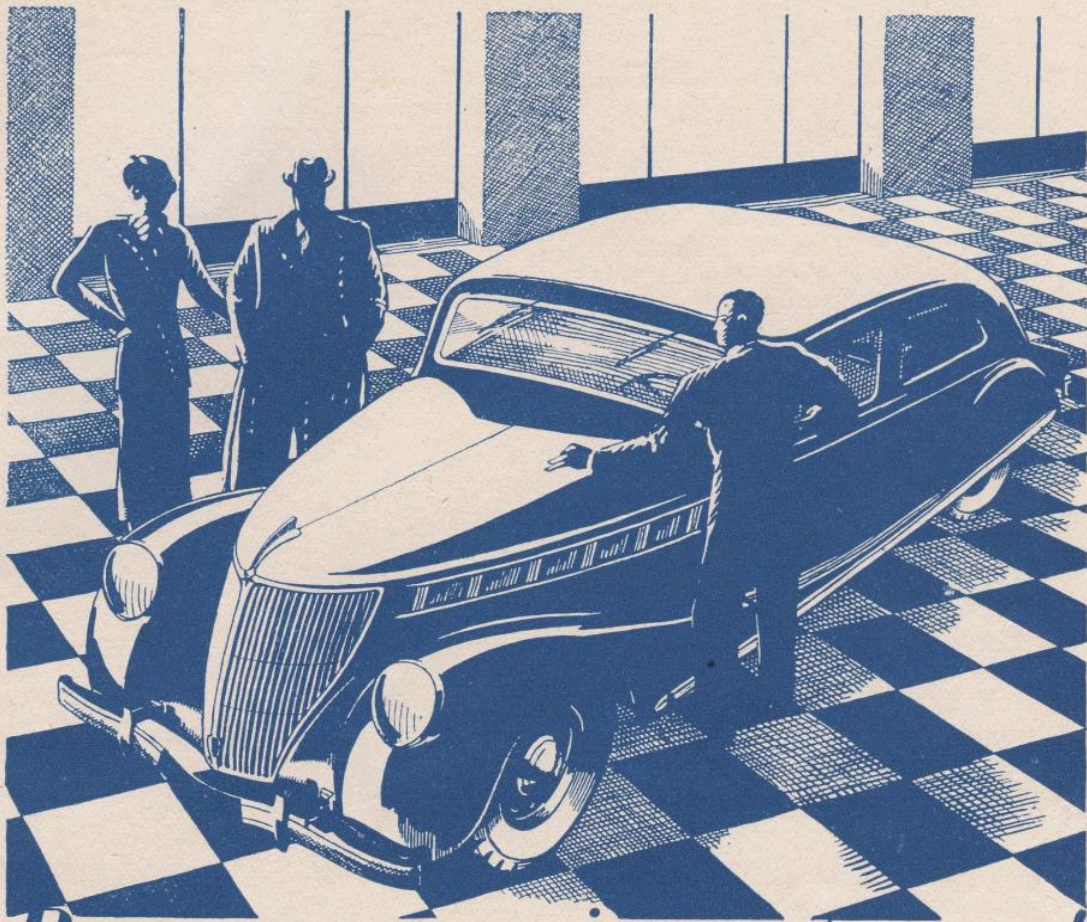
Pour les autres pays :

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an..... 80 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an..... 100 fr.
	{ 6 mois... 41 —		{ 6 mois.. 50 —

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

Directeur : G. BOURREY. — Gérant : M. LAMY. Paris. — Imp. MAURICE BERNARD, 18, rue d'Enghien.



Beaucoup moins coûteuse!

Le prix d'achat d'une automobile n'est pas ce qui permet de juger son
ÉCONOMIE

Il faut rapporter le prix payé à la qualité obtenue. Il faut savoir ce que coûte à l'usage la voiture achetée. Il faut prévoir la durée de son service. En achetant une RENAULT, vous êtes certain d'acquérir : le châssis le plus solide - le moteur au meilleur rendement - la direction la plus sûre et la plus agréable - les freins les plus énergiques - le confort le plus grand - les performances les plus élevées au moindre coût.

**UNE RENAULT EST TOUJOURS MOINS COÛTEUSE ...
LE PRIX S'OUBLIE : LA QUALITÉ SURVIT!**

RENAULT

VENTE A CRÉDIT AVEC LE CONCOURS DE LA D.I.A.C., 47 bis, AVENUE HOCHÉ - PARIS

L'OUTILERVÉ

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

L'OUTILERVÉ
remplace tout un atelier.

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

L'OUTILERVÉ
est un collaborateur précieux
et un ami sûr et dévoué.

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



Succ^{rs} de la S. A. RENÉ VOLET

Demander notices et tous renseignements à la

**SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE D'APPAREILLAGES
MÉCANIQUES ET ÉLECTRIQUES**

74, rue Saint-Maur, PARIS-XI^e — Téléphone : Roquette 96-50 (2 lignes groupées)

