

LA SCIENCE ET LA VIE



LE PLUS PUISSANT TÉLESCOPE DU MONDE

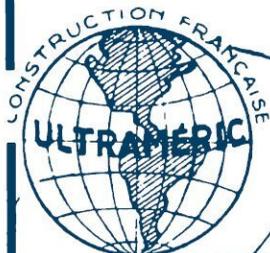
UNIQUE EN FRANCE !!!

L'application nouvelle de notre

GARANTIE STANDARD DE 3 ANS

comprenant :

UN SERVICE D'ENTRETIEN
et 3 VÉRIFICATIONS GRATUITES par AN



ECHANGE

INSTANTANÉ

DE TOUS

CHASSIS

OU POSTES

QUELQUE SOIT
LA CAUSE DE L'ARRÊT

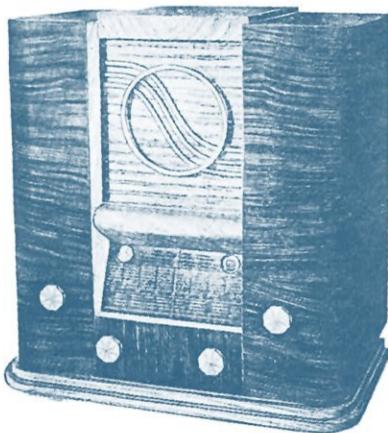
SÉCURITÉ - QUALITÉ - RENDEMENT

Notre dernière création **1938**

L'ULTRAMERIC IX TOUTES ONDES PUSH-PULL

Récepteur moderne 9 lampes à grande sensibilité par emploi de la nouvelle lampe 6 TH 8 TUNGSRAM. Haute fidélité et relief sonore par push-pull et contre-réaction BF.

- 9 LAMPES nouvelles à culot octal.
- TOUTES ONDES 17-2.000 M.
- ACCORD 472 KC.
- SÉLECTIVITÉ 8 KC.
- PUSH PULL PENTHOJE avec contre-réact. appropriée.
- RÉGLAGE visuel par trêfle cathodique.
- ANTIFADING 100% amplifié.



- CONTROLE DE TONALITÉ.
- BOBINAGES à noyau de fer.
- PRISE PICK-UP.
- CADRAN VERRE phot gravé, éclairage indirect et 4 jeux de signalisation.
- COMMUTEUR ROTATIF à grains d'argent.
- DYNAMIQUE grand modèle exponentiel 25 cm.
- SECTEUR alter. 110-240 V.

PLUS de 130 STATIONS, ainsi que les ONDES COURTES sur antenne de fortune

PRIX DE RÉCLAME IMBATTABLE
pour châssis. 995. »

Demandez la DOCUMENTATION ILLUSTRÉE très détaillée, avec schéma et conditions de remise aux lecteurs (Référence 901)

RADIO-SÉBASTOPOL

Téléphone : **TURBIGO 98-70** 100, boulevard de Sébastopol, PARIS

Téléphone : **TURBIGO 98-70**

EXPÉDITIONS IMMÉDIATES EN PROVINCE
EXPÉDITIONS CONTRE REMBOURSEMENT

COMPTE CHEQUES POSTAUX : PARIS 1711-28
VERSEMENT UN QUART A LA COMMANDE

Fournisseur des grandes administrations — CHEMINS DE FER — ANCIENS COMBATTANTS — MUTILÉS DE GUERRE, etc.

MAISON DE CONFIANCE



19, rue Viète, PARIS-17°

Tél. : Wagram 27-97

Cours sur place ou par correspondance

COMMERCE ET INDUSTRIE

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

T. S. F.

ARMÉE - MARINE - AVIATION
 Lecteurs au son, manipulateurs
 Officiers de réserve
 Brevets de 2^e et 1^{re} classe des P. T. T.
 et de la Marine Marchande
 Opérateurs : brevets et licences
 du Ministère de l'Air
 Brevets coloniaux

P. T. T.

BREVETS D'OPÉRATEURS
DE T. S. F. de 1^{re} et 2^e classe
 Préparation spéciale au Concours
 de Vérificateur des Installations
 électromécaniques.

Tous les autres concours :
DES ADMINISTRATIONS
DES CHEMINS DE FER, etc.
 Certificats - Brevets - Baccalauréats

PROGRAMMES GRATUITS (Joindre un timbre pour toute réponse)

MARINE MILITAIRE

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

AVIATION

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

MARINE MARCHANDE

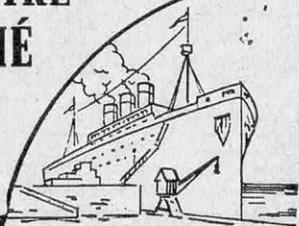
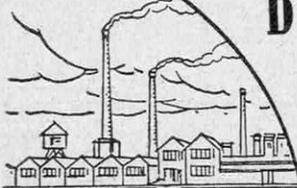
Préparation des Examens
ÉCOLES DE NAVIGATION
ÉLÈVES-OFFICIERS
LIEUTENANTS, CAPITAINES
OFFICIERS MÉCANICIENS
COMMISSAIRES, OFFICIERS T. S. F.
Les Brevets d'Officiers-Mécan. de 2^e cl. et d'Élèves-Of. peuvent être acquis sans avoir navigué.

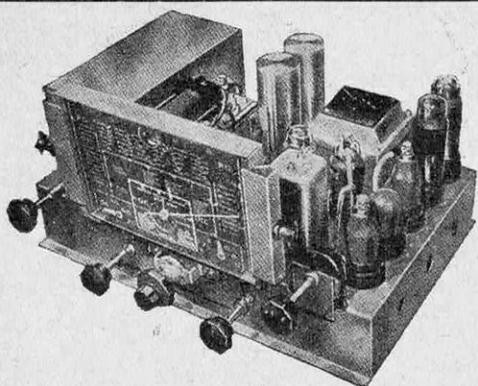
Préparation spéciale au TITRE

D'INGÉNIEUR DIPLOMÉ

du Conservatoire national
 des Arts et Métiers

CONSEILS GRATUITS SUR L'IMPOR-
 TANCE DU MÉMOIRE





DES CHASSIS SUPÉRIEURS

comme CONCEPTION, FABRICATION,
ROBUSTESSE ET PRÉSENTATION...

Ainsi se présentent nos différents modèles composant notre
NOUVELLE SÉRIE DE CHASSIS 1938
DE 5 A 12 TUBES

GRATUITEMENT sur simple demande, nous vous adresserons les
notices et tarifs détaillés concernant tous ces châs-
sis ainsi que leurs accessoires : lampes, dynamiques, ébénisteries.

Etab. GAILLARD, 5, rue Charles-Lecocq, PARIS-XV^e
Téléphone : LECourbe 87-25 — Chèques Postaux Paris 181-835

R.L.D

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

prenez votre chance !



LES VERRES PONCTUELS

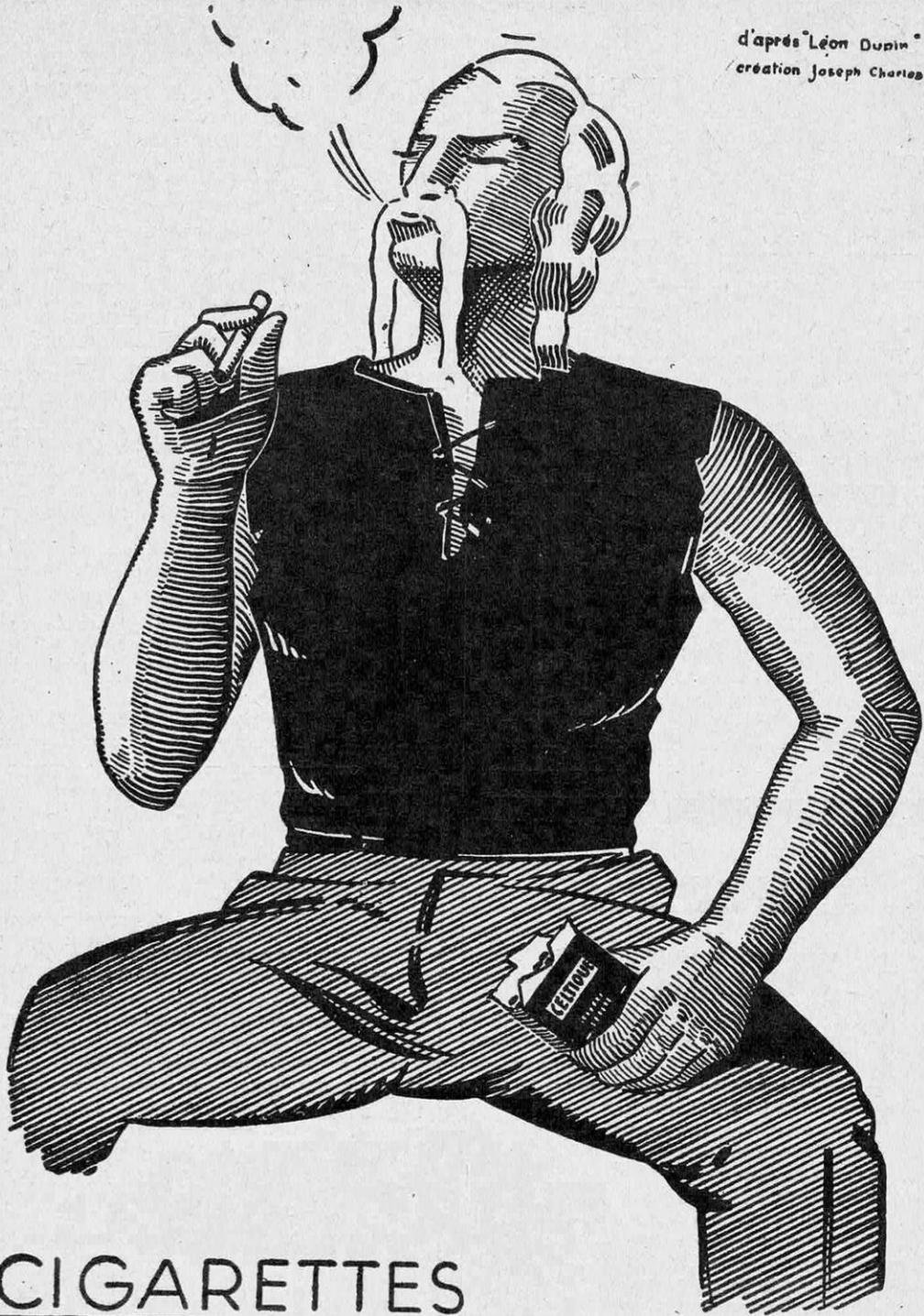
STIGMAL

CORRIGENT ET PROTÈGENT PARFAITEMENT LA VUE

Ils sont fabriqués en plus de 1500 combinaisons différentes
pour correspondre à toutes les imperfections des yeux.

En vente chez les Opticiens Spécialistes (Prix imposé)
La Société des Lunetiers, 6, rue Pastourelle, Paris, ne vend pas aux particuliers.

d'après "Léon Dupin"
création Joseph Charles



CIGARETTES

CELTIQUE

CAISSE AUTONOME
D'AMORTISSEMENT ■

GROS MODULE



VOS POUMONS ont soif d'air pur

Toutes les 6 secondes un litre de sang vient y

chercher l'oxygène nécessaire à sa régénération.

SEUL...

un air riche en ozone et en oxygène naissant peut assurer la régularité de fonctionnement de l'organisme.

OZONAIR

ASSAINIT - DÉSODORISE - VITALISE
électriquement l'atmosphère de tous locaux

Pour résister à la fatigue physique et intellectuelle,
faites une cure de grand air à domicile.

Notice et références franco — Essai gratuit

BUREAUX ET CORRESPONDANCE :

PROCÉDÉS OZONAIR, 61, r. de Lancry, Paris (10^e)

Téléphone : Botzaris 24-10 et 24-11

MAGASIN DE VENTE ET D'EXPOSITION :

94, boul. de Courcelles, PARIS (17^e)

un ensemble unique...

PHOTOGRAVURE
OFFSET - TYPONS
GALVANOPLASTIE
CLICHERIE
PHOTOS
RETOUCHES

pour
illustrer vos
Publicités

Établissements

Laureys Frères
17, rue d'Enghien, Paris

PLUS de linge brûlé
PLUS de danger d'incendie
50 0/0 d'économie de courant

GRACE A

la Fiche automatique
THERMUS

qui transforme

tous les Fers électriques en
SUPER-AUTOMATIQUES

La Fiche automatique *THERMUS*
est également utilisée comme
sécurité sur bouilloires, cafetiè-
res, théières, chauffe-lits, etc...

EN VENTE chez tous les quincailliers
et Grands Magasins au prix imposé de

40 francs

Au cas où vous ne la trouveriez pas,
envoi franco contre mandat ou chèque
postal (707.54 PARIS) sur demande
adressée à



BREVETÉE S. G. D. G.

LHOTELLIER -- DISTRIBUTEUR GÉNÉRAL --
20, rue des Gravilliers, PARIS-3^e

Editeurs : FÉLIX ALCAN, Paris - NICOLA ZANICHELLI,
Bologne - AKADEMISCHE VERLAGSGESELLSCHAFT
m. b. H., Leipzig - DAVID NUTT, Londres - G. E. STE-
CHERT & Co., New York - RUIZ HERMANOS, Madrid -
F. KILIAN'S NACHFOLGER, Budapest - GEORG & Co,
Genève - F. MACHADO & Cie, Porto - THE MARUZEN
COMPANY, Tokyo.

"SCIENTIA"

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

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

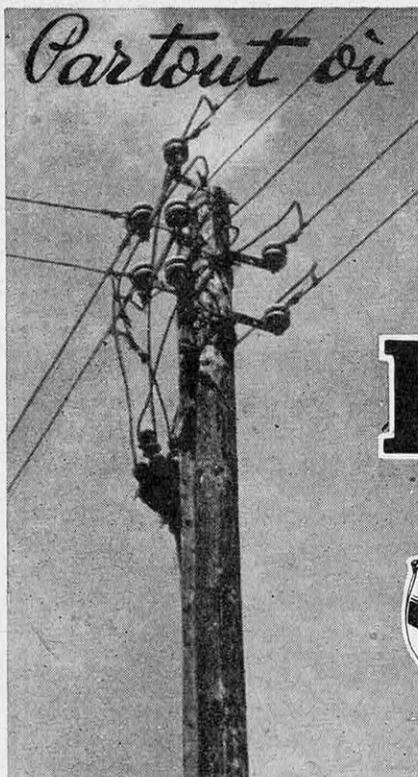
EST L'UNIQUE REVUE à collaboration vraiment inter-
nationale - à diffusion vraiment
mondiale - de synthèse et d'unifi-
cation du savoir, traitant par ses articles les problèmes
les plus nouveaux et les plus fondamentaux de toutes les
branches de la science : philosophie scientifique, histoire
des sciences, mathématiques, astronomie, géologie, phy-
sique, chimie, sciences biologiques, physiologie, psycho-
logie, sociologie, droit, sciences économiques, histoire
des religions, anthropologie, linguistique; articles consti-
tuant parfois de véritables enquêtes, comme celles sur
la contribution que les différents peuples ont apportée au
progress des sciences; sur la question du déterminisme;
sur la relativité, la physique de l'atome et des radiations;
sur le vitalisme. « Scientia » constitue le premier exemple
d'organisation internationale du mouvement philoso-
phique et scientifique.

Les articles sont publiés dans la langue de leurs auteurs,
et à chaque fascicule est joint un supplément contenant
la traduction française de tous les articles non français. La
revue est ainsi entièrement accessible même à qui ne
connaît que le français. (Demandez un fascicule d'essai
gratuit au Secrétaire général de « Scientia », Milan, en
envoyant 3 francs en un seul timbre-poste de votre pays, à
par titre de remboursement des frais de poste et d'envoi.)

ABONNEMENT : Fr. 230. »

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

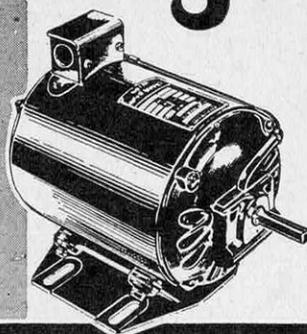
BUREAUX DE LA REVUE : Via A. De Togni 12 - Milano (116)



Partout où **passé**
le courant lumière

...ET SANS INSTALLER
LA FORCE!..
vous pouvez brancher un

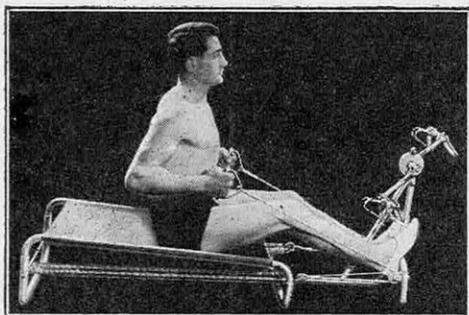
**Ragonot-
Delco**



ETS RAGONOT

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

Pub. R.-L. Dupuy



Un nouvel appareil de
culture physique

**POUR LA FEMME
POUR L'HOMME
POUR L'ENFANT**

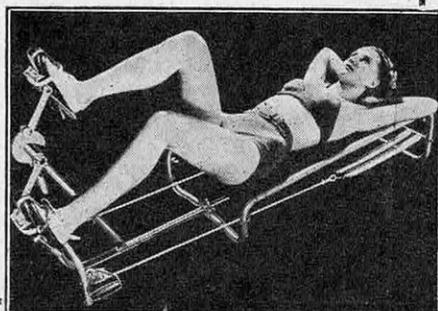
BEAUTÉ -- SANTÉ -- JEUNESSE

Développement et rééducation musculaires. Correction des attitudes vicieuses. Troubles nerveux et circulatoires. Maladies de la nutrition. Obésité. Mécanothérapie.

Envoi gratuit sur demande de l'Album illustré S.V.
Prière de joindre 1 franc pour frais d'envoi.

**SOCIÉTÉ D'APPLICATIONS
SCIENTIFIQUES**

19, avenue Trudaine, PARIS-IX°



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 31 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° 31.603, 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° 31.606, 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° 31.610, 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° 31.618, 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° 31.621, 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° 31.625, 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° 31.630, 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° 31.636, 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° 31.641, 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° 31.647, 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° 31.653, concernant la préparation aux carrières du **Cinéma** : Carrières artistiques, techniques et administratives.
(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 31.658, concernant la préparation aux carrières du **Journalisme** : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 31.661, 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° 31.666, 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° 31.673, 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° 31.676, 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° 31.680, 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° 31.687, concernant l'**Art d'écrire** (Rédaction littéraire, Versification) et l'**Art de parler en public** (*Eloquence usuelle, Diction*).

BROCHURE N° 31.691, enseignement pour les **enfants débiles** ou **retardés**.

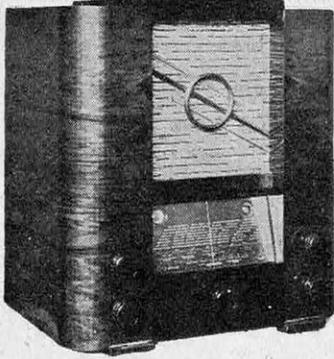
BROCHURE N° 31.695, concernant les **carrières féminines** dans tous les ordres d'activité.

BROCHURE N° 31.699, **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)



SOYEZ MODERNES ! ADOPTEZ LA
CONTRE-RÉACTION
LE SUPER - EXCELSIOR 388

Super 8 lampes rouges, antifading, toutes ondes: 12 m. 50 à 2.075 m. 4 gammes, contrôle de tonalité réglable, étage H. F. aperiodique, sélectivité variable. B. F. à contre-réaction. Se fait en courant alternatif ou en tous courants.

IL EXISTE ÉGALEMENT UNE GAMME COMPLÈTE D'AUTRES MODÈLES DE 4 A 9 LAMPES

Demandez les conditions spéciales accordées aux lecteurs de « La Science et la Vie ».

NOTICE DESCRIPTIVE CONTRE TIMBRE DE 1 FRANC

GÉNÉRAL-RADIO 1, boul. Sébastopol, PARIS (1^{er})
Métro: CHATELET

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

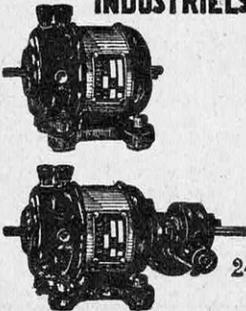
EXCELSIOR

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.

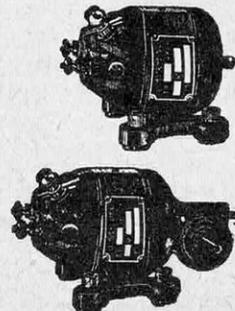
PETITS MOTEURS INDUSTRIELS

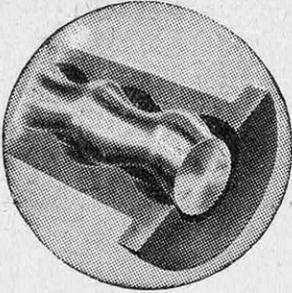


240th BAJEAN-JAURES
BILLANCOURT

TELEPHONE
MOLITOR 11.39

L. DRAKE CONSTRUCTEUR





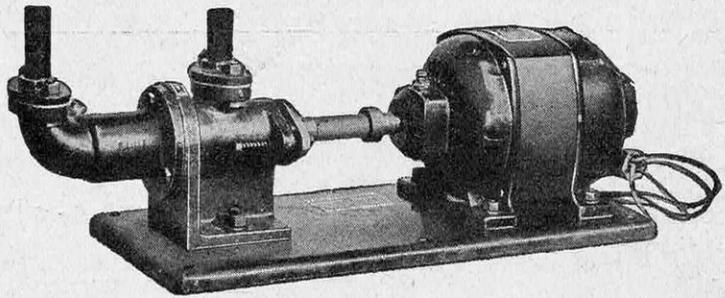
POMPES EN CAOUTCHOUC

P. G. L. M.

LICENCE R. MOINEAU, BREVETÉE FRANCE ET ÉTRANGER

AVANTAGES

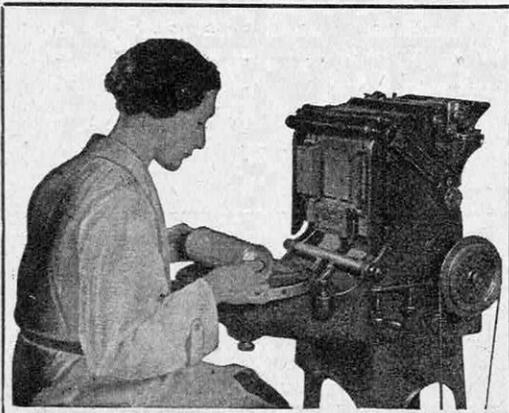
TOUS FLUIDES LIQUIDES OU GAZEUX
 EAU — VIN — PURIN
 MAZOUT — ESSENCE
 LIQUIDES ÉPAIS ET ABRASIFS
 LIQUIDES ALIMENTAIRES
 CRAIGNANT L'ÉMULSION
SILENCIEUSES
AUTO-AMORÇAGE
 SIMPLICITÉ - ROBUSTESSE
 USURE NULLE - ÉCONOMIE
 — TOUS DÉBITS —
 — TOUTES PRESSIONS —
 FACILITÉ D'ENTRETIEN



POMPES • COMPRESSEURS • MÉCANIQUE
 SOCIÉTÉ
 63, 65 RUE DE LA MAIRIE VANVES (SEINE) TÉL. MICHEL ET 3748

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

LA
POLYCHROME
DUBUIT



NOMBREUSES RÉFÉRENCES DANS
 TOUTES LES BRANCHES DE L'INDUSTRIE

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

PRÉSENTATION MODERNE
4 fois moins chère que l'étiquette

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

MACHINES DUBUIT
 62 bis, rue Saint-Blaise

PARIS
 Roq. : 19-31

SANS-FILISTES, avant d'acquérir un appareil récepteur, n'hésitez pas à consulter le service technique de LA SCIENCE ET LA VIE. Il vous renseignera impartialement sans tenir compte de considérations commerciales qui, trop souvent, faussent le jugement. (Joindre un timbre de 0 fr. 65.)

Dam.

*de vraies
Besançon*

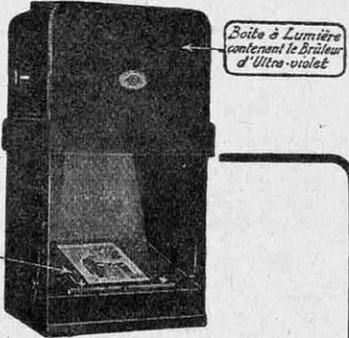
expédiées directement par le fabricant, avec garantie de provenance...

Choisissez la montre à votre goût dans une qualité sûre et durable parmi les 600 modèles pour DAMES et MESSIEURS présentés sur le nouvel Album MONTRES N° 38.65, envoyé gratuitement sur demande par les Etablissements SARDA, les réputés horlogers installés à BESANÇON depuis 1893.

Echanges et reprises de montres anciennes.

SARDA
BESANÇON
FABRIQUE D'HORLOGERIE DE PRÉCISION

CONDITIONS spéciales aux lecteurs de "La Science et la Vie".



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 Filtré 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. LIfré 90-13

INVENTEURS

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

DEMANDEZ LA BROCHURE GRATUITE "S".

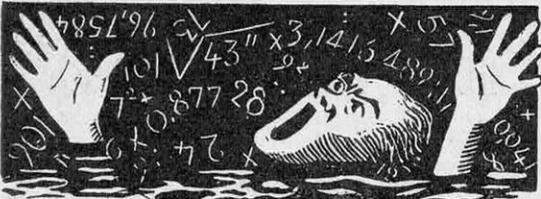
LA SCIENCE ET LA VIE
est le seul Magazine de Vulgarisation
Scientifique et Industrielle

ÉVITEZ LES ÉPIDÉMIES

◀ **FILTRE** ▶

DANS TOUTES BONNES MAISONS
et 155, faubourg Poissonnière, Paris

MALLIÉ



la noyade inutile...

S'empêtrer dans les chiffres, s'y noyer même, quand la règle à calculs est là - si simple - c'est négliger nettement son intérêt et freiner sa propre réussite.

Pour vous sauver de l'erreur, vous fournir des solutions faciles, promptes, justes, pour gagner un temps précieux, renseigner un client, établir un prix de revient, simplifier tous vos calculs, et arriver au rendement le plus remarqué, la règle "MARC" vous aidera efficacement.

Son emploi est si aisé que vous la trouvez dans toutes les mains renseignées et pratiques.

Ainsi, de l'élève au mathématicien en passant par l'employé, l'ouvrier, l'ingénieur, le commerçant, l'industriel, toutes les professions y trouvent force avantages.

Calculs horaires, de vitesse, électriques, débits, décomptes, taxes, fractions, intérêts, pourcentages, poids, volumes, surfaces, densités, racines cubiques, carrées, etc. Autant d'opérations utilitaires que vous réaliserez.

LES RÈGLES A CALCUL DE POCHE

"MARC"

sont françaises, d'un fini irréprochable, très lisibles, précises, ne tenant pas de place, indéformables, leurs prix enfin vous décideront.

SCOLAIRE, 34 Fr. — MANNHEIM, 38 Fr. — BÉGHIN, 38 Fr. — SINUS, 42 Fr. — ÉLECTRICIEN, 45 Fr. — RIETZ, 45 Fr. Notice envoyée gratuitement.

EN VENTE: PAPETIERS, LIBRAIRES OPTICIENS INSTRUMENTS DE PRÉCISION.

RÈGLES "MARC"
24, R. de Dunkerque - Paris-X'



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	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. - Etranger : 20 fr.
Paiement : mandat ou remboursements (sauf Etranger).
Catalogue : échantill. tissus et feuil. mesur. Fco

BELLARD - V. THILLIEZ

SPÉCIALISTES

24, Faubourg Montmartre, PARIS-9^e



REMPLISSEZ CE COUPON

pour recevoir gratis et sans engagement de votre part, la Notice qui vous renseignera sur l'emploi des règles à calculer.

Nom _____

Adresse _____

A _____



- De la Pâte Regnaud... Ah bon Docteur
vous êtes un très méde... :

La MAISON FRÈRE
19, rue Jacob, Paris

envoie, à titre gracieux et franco par
la poste, une boîte échantillon de

PATE REGNAULD

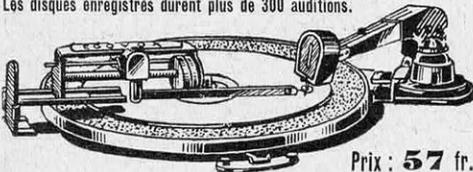
à toute personne qui lui en fait la
demande de la part de " La Science
et la Vie ".

ENREGISTREZ VOUS-MÊMES...

les émissions que vous transmettent des
mondes lointains vos postes favoris.
Enregistrez votre voix, corrigez les
défauts de votre diction dans la pro-
nunciation des langues étrangères. Enre-
gistrez la voix de ceux qui vous sont
chers, en adaptant sur votre phono ou
sur le pick-up de votre récepteur

EGOVOX
L'ENREGISTREUR DU SON

LA SIMPLICITÉ MÊME caractérise le fonc-
tionnement de l'*Egovo*x, ce qui n'est pas une
des moindres raisons de son succès mondial.
Les disques enregistrés durent plus de 300 auditions.



Prix : 57 fr.

CATALOGUE FRANCO SUR DEMANDE

Soc. REMO-EGOVOX, 1 r. Lincoln, Paris

Concessionnaire pour la BELGIQUE :
Anc. Etab. E. DEBRAY, 12, place du Béguinage
ERQUELINNES (Hainaut)

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-Méca-
niciens de deuxième classe d'active et de réserve, Bre-
vets simple et supérieur de Mécaniciens.

MARINE MARCHANDE :

Officiers Mécaniciens de première, deuxième et troi-
sième classe. Diplôme d'Aspirant Mécanicien-Electricien.

AIR :

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

PROGRAMMES GRATUITS

COURS SUR PLACE
COURS PAR CORRESPONDANCE

LE QUATRE-MINES



4couleurs

CRÉATION
STYLO-MINE
CADEAU IDÉAL

EN VENTE PARTOUT

L'ÉLECTRICITÉ



*Pourquoi
le traitement
par
l'électricité
guérit:*

Le précis d'électrothérapie galvanique éditée par l'Institut Médical Moderne du Docteur L. P. GRARD de Bruxelles et envoyée **gratuitement** à tous ceux qui en feront la demande, va vous **l'apprendre immédiatement**.

Ce superbe ouvrage médical de près de 100 pages avec gravures et illustrations et valant 20 francs, explique en termes simples et clairs la grande popularité du traitement galvanique, ses énormes avantages et sa vogue sans cesse croissante.

Il est divisé en 5 chapitres expliquant de façon très détaillée les maladies du

**Système Nerveux, de
l'Appareil Urinaire** chez l'homme et
la femme, des

**Voies Digestives et du
Système Musculaire et Locomoteur.**

A tous les malades désespérés qui ont vainement essayé les vieilles méthodes médicamenteuses si funestes pour les voies digestives, à tous ceux qui ont vu leur affection rester rebelle et résister aux traitements les plus variés, à tous ceux qui ont dépensé beaucoup d'argent pour ne rien obtenir et qui sont découragés, je conseille simplement de demander mon livre et de prendre connaissance des résultats obtenus par ma méthode de traitement depuis plus de 25 années.

De suite ils comprendront la raison profonde de mon succès, puisque le malade a toute facilité de suivre le traitement chez lui, sans abandonner ses habitudes, son régime et ses occupations. En même temps, ils se rendront compte de la cause, de la marche, de la nature des symptômes de leur affection et de la raison pour laquelle, seule, **l'Électricité Galvanique** pourra les soulager et les guérir.

C'est une simple question de bons sens et je puis dire en toute logique que chaque famille devrait posséder mon traité pour y puiser les connaissances utiles et indispensables à la santé. C'est du reste pourquoi j'engage instamment tous les lecteurs de ce journal, Hommes et Femmes, Célibataires et Mariés, à m'en faire la demande.

C'EST GRATUIT : Écrivez à Mr le Docteur L. P. GRARD, Institut Médical Moderne, 30, Avenue Alexandre-Bertrand à FOREST-BRUXELLES, et vous recevrez par retour du courrier, sous enveloppe fermée, le précis d'électrothérapie avec illustrations et dessins explicatifs.
Affranchissement pour l'Étranger; lettres 1.75, cartes 1 f.

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)

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.

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, Février 1938, R. C. Seine 116,544

Tome LIII

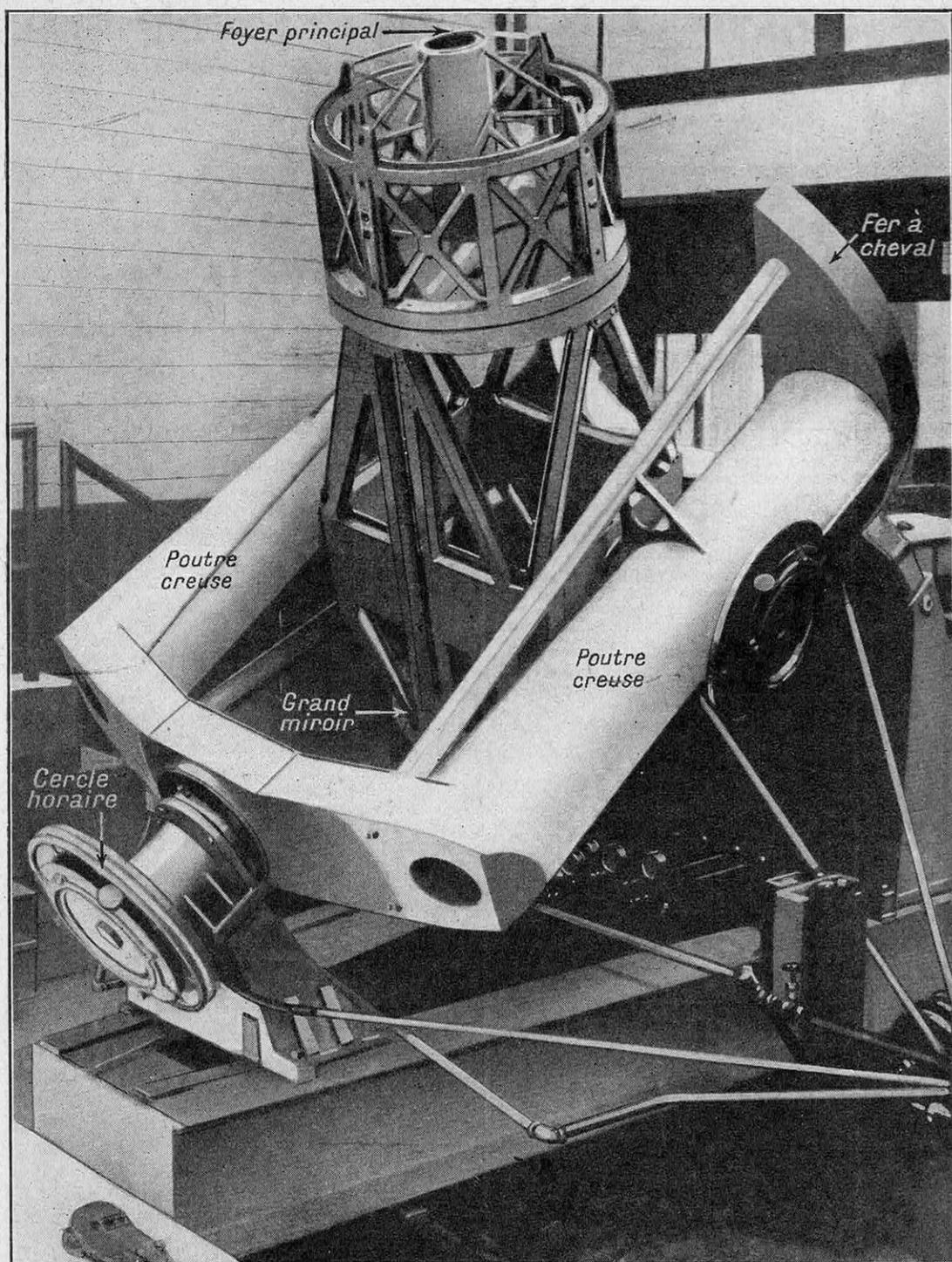
Février 1938

Numéro 248

SOMMAIRE

- Voici le plus puissant télescope du monde. Pierre Rousseau 85
- Voici le miroir géant de 5 m de diamètre, pesant 18 t, qui permettra au télescope de 500 t du mont Palomar (Californie) de reculer les limites d'exploration du ciel et de confirmer — et peut-être d'infirmer — les théories les plus modernes de l'astrophysique, notamment celle relative à l'expansion de l'univers.*
- Le rôle du « pH » et du « rH » dans la chimie industrielle. L. Houlléviq. 95
- Ces deux notions relativement nouvelles permettent de définir avec précision soit l'acidité, soit le pouvoir réducteur ou oxydant des solutions. Elles interviennent utilement dans de nombreuses industries chimiques pour la conduite des réactions, et même en biologie pour l'étude des conditions de la vie.*
- Pour lutter contre la grêle, utilisez l'avion. Charles Brachet 101
- L'avion décèle avec sûreté les nuages redoutables et, par un tir efficace de projectiles explosifs, en provoque la rupture avant que se forment les grêlons.*
- Comment, pour résoudre pratiquement les problèmes du graissage, la physique moléculaire a su substituer l'expérimentation scientifique à l'empirisme technologique J.-J. Trillat 109
- De la connaissance plus approfondie de la constitution des corps gras, et de l'état des surfaces en contact, découlent maintenant des procédés scientifiques de graissage capables d'améliorer le rendement en mécanique appliquée.*
- La transfusion sanguine est aujourd'hui sans danger. Jean Labadié. 118
- Le contrôle minutieux des compatibilités sanguines entre « donneurs » et « receveurs » a totalement éliminé les accidents jadis redoutables de la transfusion.*
- Notre poste d'écoute. S. et V. 127
- L'aviation d'assaut dans la bataille. Camille Rougeron. 135
- Les récents avions destinés à l'attaque, au moyen de la mitrailleuse, de la bombe ou du canon, aussi bien des premières lignes que des unités en concentration, permettent de combiner efficacement la puissance du feu et le mouvement.*
- Que savons-nous de la lumière du ciel nocturne ? R. Grandmontagne 144
- La mesure et l'analyse de la lumière du ciel nocturne sont maintenant rendues possibles par des appareils d'une extrême sensibilité, et contribuent à élargir le champ de nos connaissances sur la constitution des astres et leurs rayonnements.*
- La camera moderne est au cinéma ce que la chronométrie est à l'horlogerie. Pierre Keszier 148
- Qu'il s'agisse de prises de vues au studio, de reportages ou même d'appareils d'amateurs, les cameras cinématographiques constituent aujourd'hui des chefs-d'œuvre de précision mécanique et réalisent des qualités optiques jusqu'ici inconnues.*
- L'automobile et la vie moderne. S. et V. 159

Les théories les plus audacieuses de l'astrophysique ne peuvent être vérifiées que par une connaissance plus approfondie du ciel. Aussi un outillage scientifique de grande puissance est-il indispensable, aux observatoires comme aux laboratoires astronomiques, pour atteindre ce but. Le télescope géant, actuellement en construction au mont Palomar (Californie), dépassera — et de beaucoup — tout ce qui a été fait à ce jour. Sur la couverture du présent numéro, voici l'« envers » du miroir de 5 m de diamètre, pesant 18 t, construit d'après les procédés techniques récemment mis au point : sa constitution cellulaire a permis de réaliser un gain énorme de 20 t, rien que sur le poids de verre utilisé. (Voir l'article page 85 de ce numéro.)



VOICI UNE MAQUETTE EN RÉDUCTION (AU 1/10 ENVIRON) DU TÉLESCOPE GÉANT DONT LE MIROIR PRINCIPAL MESURE 5 M DE DIAMÈTRE ET QUI EST ACTUELLEMENT EN COURS DE CONSTRUCTION AU MONT PALOMAR, EN CALIFORNIE (ETATS-UNIS)

On jugera des proportions gigantesques de cet instrument en comparant la maquette à l'automobile placée dans le coin gauche et réduite dans le même rapport. L'ouverture du miroir principal (5 m) est double de celle du plus grand télescope actuellement existant dans le monde, celui du mont Wilson : 2,54 m (voir La Science et la Vie, n° 164, page 92). Il est coulé en verre pyrex dont le coefficient de dilatation ne dépasse pas 5 cent-millièmes de millimètre par degré centésimal.

VOICI LE PLUS PUISSANT TÉLESCOPE DU MONDE

Par Pierre ROUSSEAU

Pour accroître davantage nos connaissances astronomiques, il importe évidemment de pouvoir disposer d'un outillage de plus en plus perfectionné et de plus en plus puissant : laboratoires astronomiques bien équipés, accroissement de la puissance et de la précision des instruments d'optique, sans compter les multiples appareils annexes aujourd'hui indispensables : chambres photographiques, spectroscopes, spectrographes, cellules photoélectriques, etc. Ces appareils servent à préciser et à fixer l'observation oculaire par enregistrement automatique. Le pouvoir séparateur des instruments ainsi utilisés pour l'exploration du ciel dépend tout d'abord de leur ouverture. A cet égard, les Etats-Unis possèdent déjà les deux plus puissants instruments qui existent au monde : la lunette de l'Observatoire d'Yerkes (dont l'objectif dépasse 1 m d'ouverture), le télescope Hooker du mont Wilson (dont le miroir, véritable et unique chef-d'œuvre de l'optique moderne, atteint 2 m 54 de diamètre). Mais l'industrie et la science américaines ne s'arrêtent pas en si bonne voie. L'Institut technique de Californie vient d'entreprendre la construction sur le mont Palomar (Californie), d'un télescope géant de 5 m d'ouverture ; son miroir est en « pyrex », pèse 18 tonnes ; il « subit » actuellement la taille minutieuse et si difficile que doit amener sa surface à réaliser une forme parabolique parfaite. Le miroir reçoit ensuite son revêtement réfléchissant d'aluminium (plus lumineux et moins rapidement altérable que l'argent utilisé jusqu'ici). Il sera ensuite mis en place dans la monture d'acier spécialement dessinée à son intention. Cet ensemble complet de l'équipage mobile du télescope atteindra alors au total le poids véritablement impressionnant de 500 t ! Un petit moteur (d'une fraction de cheval) suffira cependant à mettre cette masse en mouvement autour de ses axes de rotation pour braquer l'axe optique de l'instrument vers le point choisi sur la voûte céleste. A noter le soin « méticuleux » apporté dans l'équilibrage des masses et l'ajustage des surfaces en contact. Hélas ! il faudra encore plusieurs années avant que cette œuvre magistrale, entreprise par l'Institut technique de Californie, soit définitivement achevée. A cette époque lointaine, l'Observatoire géant du mont Palomar — seul — pourra confirmer ou infirmer certaines théories audacieuses qui, par suite, soulèvent évidemment d'ardentes polémiques dans le monde, si fermée, des théoriciens de l'astrophysique. Parmi ces problèmes, la première place revient à l'expansion de l'Univers. Certaines hypothèses, dont la vérification objective échappe encore aux instruments les plus puissants actuellement en service, seront peut-être un jour infirmés ou confirmés, grâce au télescope des Etats-Unis muni de son miroir géant de 5 m de diamètre !

L'AMÉRIQUE peut s'enorgueillir de posséder dès à présent la lunette astronomique la plus puissante du monde, celle de l'observatoire d'Yerkes (1), et le plus grand télescope, celui de l'observatoire du mont Wilson (2). Ces deux incomparables instruments sont dus à l'initiative du célèbre astronome américain George-Ellery Hale, que favorisa l'appui financier de généreux mécènes, comme il s'en trouve de nombreux aux Etats-Unis. La création du télescope

géant de 2 m 50 semblait couronner la glorieuse carrière de Hale, lorsqu'en 1927 le directeur du *Harper's Magazine* lui demanda un article sur *Les possibilités des grands télescopes*. L'ancien amateur de Chicago, qui était devenu l'inventeur, avec Deslandres, du spectrohéliographe et un astronome illustre, développa dans cet article ses thèmes familiers sur les objectifs de très grand diamètre. Le journal parvint entre les mains du docteur Wickliffe Rose, président du *General Education Board*, — nous dirions, en France, ministre de l'Éducation nationale, — et ce dernier, quelques semaines plus tard, prenant Hale au mot, lui offrait les fonds nécessaires à l'érection d'un télescope dont le miroir ne devait pas avoir moins de 200 pouces, soit 5 m environ.

(1) La grande lunette d'Yerkes possède un objectif de 1 m 02 de diamètre, coulé par le verrier français Mantois et taillé par l'opticien américain Alvin G. Clark. (Voir *La Science et la Vie*, n° 164, page 90.)

(2) Le télescope du mont Wilson possède un miroir de 2 m 50 de diamètre, dû aux verreries françaises de Saint-Gobain. (Voir *La Science et la Vie*, n° 164, page 92.)

Le *Californian Institute of Technology*, pris pour centre des opérations, reçut en outre l'aide financière de l'Institut Carnegie et de la Fondation Rockefeller.

Il ne s'agissait point de faire concurrence au mont Wilson, mais bien de le compléter, en bâtissant un observatoire astrophysique complet, pourvu de bureaux et de laboratoires, autour duquel pût s'agréger un centre mondial de recherches. On élut, pour présider le conseil du futur établissement, George Hale, et l'on s'adressa, pour en dresser les plans, à un comité comprenant les astronomes Adams, Seares, Abbott, Russell. On chargea le docteur J.-A. Anderson de trouver un site propice. On commit le capitaine C.-S.-Mc Dowell au soin de surveiller la construction du grand instrument, et tout le monde se mit à l'ouvrage.

Où édifier l'observatoire géant ?

Le choix de l'emplacement d'un télescope moderne n'est pas une petite affaire. De fait, le docteur Anderson passa environ cinq ans à recueillir des renseignements sur diverses régions de la Californie du Sud et de l'Arizona. Le facteur météorologique était assurément le plus important, et le savant imagina une méthode propre à mesurer les troubles atmosphériques subis par les images stellaires. Mais cet élément n'était pas seul à entrer en ligne de compte. Il fallait aussi que l'observatoire non seulement fût éloigné de toute cité, par crainte de ses lumières nocturnes, mais qu'il fût, de plus, protégé contre tout développement urbain ultérieur. Il importait encore que l'endroit possédât de l'eau, et qu'il permît l'établissement d'une route assez solide et aux virages assez larges pour le transport des pièces les plus volumineuses et les plus lourdes du télescope et du dôme.

Après des éliminations successives, l'enquêteur fixa son choix sur le mont Palomar. Déjà, trente ans auparavant, lorsqu'il s'était agi de l'Observatoire du mont Wilson, le professeur Hussey avait abouti à ce même point, auquel le mont Wilson n'avait été préféré qu'en raison d'un moins farouche isolement. Cette fois, le mont Palomar l'emporta, et l'on s'empessa d'y acquérir un terrain de 600 acres. C'est à son sommet, à 1 700 m d'altitude, que, vers 1940, sera installé le plus puissant télescope du monde. Le mont Palomar est situé à 72 km au nord de San-Diego et à 144 de Pasadena, siège de l'Institut Technologique de Californie qui demeure le quartier général du personnel.

Les opérations capitales : la coulée et la taille du miroir

« Le miroir est l'âme du télescope » (1), a-t-on pu dire avec raison, et l'on conçoit que la fabrication d'un miroir de 5 m de diamètre, exigeant des dizaines de tonnes de verre fondu, soulève des problèmes particulièrement ardu.

De quelle matière fera-t-on ce miroir ? se demanda-t-on d'abord. De verre ordinaire ? Mais les déformations qu'il eût subies du fait des variations de température, surtout pendant les observations nocturnes, eussent rendu illusoire la précision avec laquelle la surface était travaillée. On se décida pour la silice pure, et l'on pria le docteur Elihu Thomson de se lancer dans cette hasardeuse entreprise.

Le docteur Thomson n'était pas, certes, un novice dans cette sorte de travail : il avait déjà réussi des disques de plus de 1 m 50. Il fit donc construire un moule, un four de grande dimension et y fondit du quartz par couches successives. Toutes les précautions avaient, comme bien on pense, été prises, ce qui n'empêcha pas l'immense plateau de verre d'être gercé de crevasses, dont la moindre l'eût rendu impropre à tout usage astronomique.

L'automne 1931 vit l'abandon de cette méthode. Alors on se tourna vers le *pyrex*. Le *pyrex* est un boro-silicate qui sert à faire des ustensiles de cuisine « allant au feu » et dont le coefficient de dilatation est, par conséquent, très faible. La verrerie new-yorkaise de Corning fut chargée de la fonte et du moulage. Elle procéda avec une sage lenteur, s'exerçant d'abord à exécuter des disques de 30 pouces (60 cm), de 60 pouces (1 m 30), de 120 pouces (3 m). Un disque de 3 m de diamètre est déjà quelque chose de respectable et, cette œuvre ayant été menée à bonne fin, l'ingénieur Mc Cauley, sur qui pesait toute la responsabilité, s'attaqua résolument au disque de 200 pouces, soit 5 m de diamètre.

La fusion elle-même ne demanda pas moins d'un mois. On opérait, en effet, sur 65 tonnes de *pyrex*, et l'on ne pouvait fondre que 4,5 tonnes par vingt-quatre heures. Cette première phase s'effectua dans un four porté à 1 575°.

Le problème du moulage fut plus ardu. Il ne pouvait être question d'observer la règle classique, qui attribue au disque une épaisseur égale au 1/6 de son diamètre : elle eût conduit à une épaisseur de 83 cm et à un

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 164, page 89.

poids de 40 tonnes ! Quel tube, quelle monture eussent pu manœuvrer une telle pièce optique ? On résolut alors de créer, dans la masse, des nervures, de manière à l'alléger ; l'épaisseur se trouva réduite à 63 cm et le poids à 20 tonnes.

Pour bâtir le moule, les ingénieurs cherchèrent des briques de céramique capables de supporter le poids de la matière fondue, de résister à sa température élevée, de fournir un bon rendement calorifique pour s'opposer à tout refroidissement prématuré, et présentant enfin une certaine porosité afin de faciliter l'échappement des bulles d'air emprisonnées. Ainsi put-on construire ce moule, large comme une piste de cirque, dans lequel 114 briques, de différents aspects géométriques, dessinaient les nervures du futur disque, et, au centre duquel se dressait la partie surélevée qui ménagerait, dans le miroir, le pas-

sage des rayons lumineux vers l'oculaire « Cassegrain ». On répandit, sur cet énorme patron, une couche de farine de silice pour en adoucir les surfaces.

Le moule était placé sur une plateforme mobile qui, en s'élevant, l'amenait en contact avec le bord inférieur d'une sorte de dôme, lequel le recouvrait comme un couvercle. Ce couvercle, suspendu en l'air, était muni intérieurement de radiateurs. Il constituait donc, avec le moule, un vaste fourneau où une température de 1 350° pouvait être maintenue tout le temps du remplissage. Quant à ce dernier, il se réalisait à l'aide de trois immenses louches, contenant

chacune 350 kg de matière fondue et se déplaçant accrochées à un trolley.

Les équipes manœuvrant les louches les plongeaient dans le four après les avoir refroidies à l'eau, et les emplissaient en les basculant autour de leur axe. Quarante tonnes de verre furent ainsi extraites, dont 20 seulement, à cause de la viscosité de la matière, furent versées dans le moule. Puis

l'opération terminée, il ne resta plus qu'à maintenir la température constante pendant une dizaine d'heures ; après quoi, on sépara le moule du couvercle chauffeur. Reposant sur un monte-charge, il fut lentement descendu, et conduit automatiquement au four à recuire.

On pourrait penser que rien n'est plus simple, le disque étant fondu et moulé, que de le laisser refroidir à sa guise. C'était là, en réalité, le plus sûr moyen de compromettre définitivement l'œuvre entreprise, un refroidissement trop rapide entraînant la formation de bulles d'air et de tensions internes désastreuses. Il convenait donc de ralentir et de régulariser ce refroidissement. Ce fut le rôle dévolu au four à recuire : recevant une formidable casserole de liquide au rouge vif, il devait restituer un large gâteau de cristal limpide. Ce refroidisseur n'était, en somme, qu'un *corps noir*, dont les parois étaient maintenues à une température uniforme grâce à trois cent quatre radiateurs électriques contrôlés par dix dispositifs automatiques. Ces derniers se chargèrent d'abaisser graduellement la température, à raison de 1 degré ou 2 par jour. Onze mois s'écou-

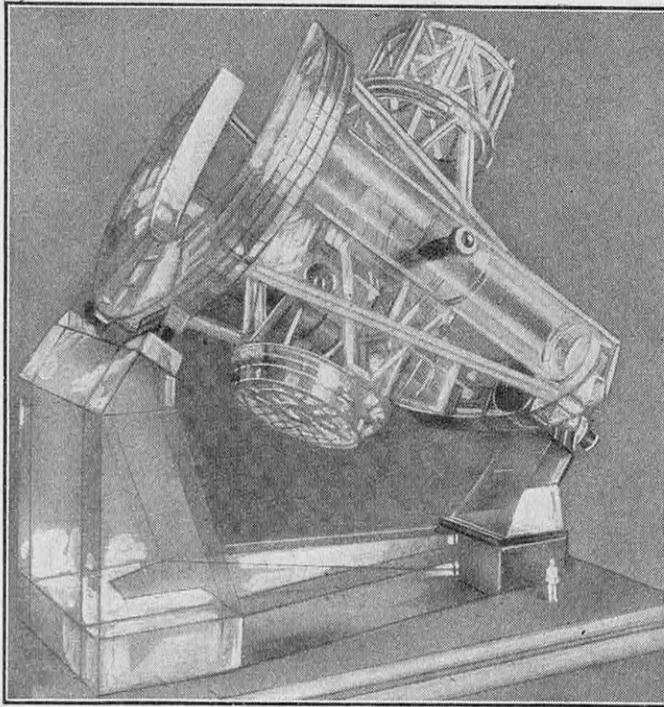


FIG. 1. — MODÈLE EN MATIÈRE PLASTIQUE TRANSPARENTE DU FUTUR TÉLESCOPE GÉANT QUI SERA INSTALLÉ SUR LE MONT PALOMAR (CALIFORNIE) A 1 700 M D'ALTITUDE. *Le personnage en bas à droite indique l'échelle de ce gigantesque instrument qui mesurera, avec sa monture, 18 m 60 de longueur, 13 m 80 de largeur. L'ensemble complet de l'équipage mobile de ce télescope ne pèsera pas moins de 500 tonnes.*

dissement trop rapide entraînant la formation de bulles d'air et de tensions internes désastreuses. Il convenait donc de ralentir et de régulariser ce refroidissement. Ce fut le rôle dévolu au four à recuire : recevant une formidable casserole de liquide au rouge vif, il devait restituer un large gâteau de cristal limpide. Ce refroidisseur n'était, en somme, qu'un *corps noir*, dont les parois étaient maintenues à une température uniforme grâce à trois cent quatre radiateurs électriques contrôlés par dix dispositifs automatiques. Ces derniers se chargèrent d'abaisser graduellement la température, à raison de 1 degré ou 2 par jour. Onze mois s'écou-

lèrent avant que le disque, enfin solidifié, atteignît la température extérieure.

C'est le 8 décembre 1935 qu'il fut donné aux techniciens de le contempler. Formé de deux larges cylindres coulissant l'un dans l'autre, le refroidisseur s'ouvrit ; la partie inférieure, s'abaissant, laissa voir le grand cercle de verre, tandis que la partie supérieure montrait, telle une forêt de stalagmites, la multitude des éléments chauffants. Entraîné horizontalement, le disque, toujours dans son moule, fut acheminé vers l'atelier d'essais optiques. C'est là qu'après l'avoir débarrassé du moule, après avoir nettoyé sa surface, on lui fit subir son premier examen. Reconnu bon pour le service, le miroir était cependant loin d'être terminé.

Les ingénieurs n'étaient encore en présence que d'un large plateau de verre brut, dont les opticiens allaient s'emparer pour lui donner sa courbure parabolique, le polir et le revêtir de sa couche réfléchissante. Emballé dans une caisse d'acier, le futur colosse du mont Palomar fut expédié au laboratoire d'optique du *Californian Institute of Technology*, où on le plaça dans un local climatisé, sur la machine à polir qui avait été construite tout exprès. Déjà, il était encastré dans son barillet large de 6 m et pesant 19 tonnes.

Alors commença le lent, minutieux et complexe travail de la taille. Il se poursuit encore à l'heure actuelle, et ne prendra guère fin avant 1939. C'est que, pour aboutir au paraboloïde, l'opticien doit enlever à la surface quelque 4 000 kg de matière ! C'est aussi que le travail est continuellement interrompu par des vérifications optiques de la plus haute précision, et que la forme définitive doit être obtenue, nous affirme le capitaine Mc Dowell, à moins de 1/40 000 de millimètre !

La taille achevée, on n'en aura, du reste, pas fini avec le miroir. Il faudra encore couvrir sa face concave de la couche réfléchissante. Là encore, la science a progressé, et l'argent devra céder la place à l'aluminium, comme dans plusieurs télescopes récents. Le docteur John Strong, du *Californian Institute*, a mis au point, en effet, l'ingénieur procédé qui consiste à faire évaporer de l'aluminium dans le vide, et, par une forte décharge électrique, à le faire déposer sur la surface à métalliser. Outre que le miroir ainsi traité se ternit beaucoup moins vite que le miroir argenté — avantage qui n'est pas négligeable quand il s'agit de sortir de son tube un miroir de 5 m pour le réar-genter — il est bien plus lumineux que l'autre

pour les radiations violettes et ultra-violettes, supériorité inestimable pour un appareil destiné à photographier des astres excessivement faibles.

Ainsi parvenu, en 1940, à son aspect définitif, le miroir aura un diamètre de 5,02 m, une épaisseur de 62 cm, une longueur focale de 16,9 m et un rapport d'ouverture f/3,3. Les astronomes n'ignorent pas que les miroirs allant de f/5 à f/3,3 ne donnent des images parfaitement définies que dans un domaine fort étroit. Mais le docteur Frank Ross, de l'observatoire Yerkes, trouva un moyen habile d'élargir ce champ, en installant près du foyer des lentilles correctrices spéciales.

Le tube et la monture du télescope géant pèseront plus de 500 tonnes

La grande lunette de l'observatoire de Meudon, qui est la plus grande d'Europe, et dont l'objectif — une lentille — mesure 83 cm de diamètre, possède un tube long de 16 m. Celui du grand télescope américain n'est pas beaucoup plus long : 17 m, mais son diamètre atteint 6,60 m.

Comme son aîné du mont Wilson, ce tube est fait de poutrelles d'acier et forme, au milieu, un cube creux portant les tourillons de l'axe de déclinaison ; ce cube est relié, d'une part, au barillet du grand miroir, de l'autre, à une cage cylindrique ajourée qui, à l'extrémité opposée, recevra les appareils du foyer principal.

Au-dessus du miroir, on installera un diaphragme iris et, à l'autre bout, juste au foyer principal, montée au centre de la cage et rattachée à elle par quatre plaques métalliques, on disposera une petite cabine de 1,80 m de diamètre, qui abritera les lentilles de Ross et les miroirs des arrangements « Cassegrain » et « coudé ».

Et voici le triomphe de la grande mécanique de précision : la monture.

Pour soutenir le tube qui, agrémenté de son attirail complet, arrive au poids coquet de 125 tonnes, il fallait voir grand... et solide.

Ce n'était évidemment pas la première fois que l'on avait à résoudre un problème de cette ampleur, puisque le télescope Hooker de 2,50 m (celui du mont Wilson), avec sa monture, accuse le chiffre de 100 000 kg. Et la solution qui avait été adoptée au mont Wilson n'avait point de raison de ne pas prévaloir au mont Palomar. Elle présentait, toutefois, un inconvénient assez fâcheux.

Le télescope de 2,50 m est, en effet, suspendu entre les deux bras d'une fourche pa-

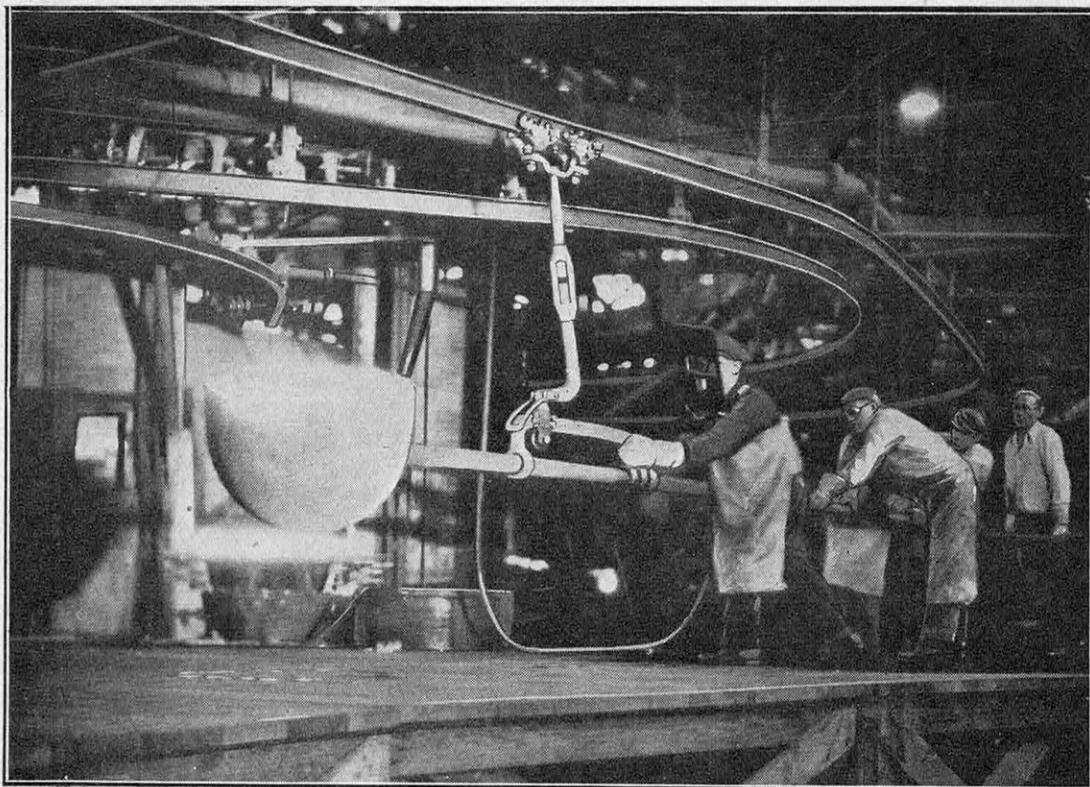


FIG. 2. — LE « PYREX » EST TRANSPORTÉ, DEPUIS LE FOUR DE FUSION DE 65 TONNES JUSQU'AU MOULE DU MIROIR, DANS D'ÉNORMES POCHES CONTENANT CHACUNE 350 KG DE VERRE FONDU ET SE DÉPLAÇANT SUSPENDUES A UN CHARIOT QUI ROULE SUR UN RAIL

rallèles à l'axe du monde : c'est la monture *équatoriale*, qui permet à l'appareil, mû par un moteur synchrone de la pendule sidérale, de suivre une étoile, entraînée par le mouvement diurne, aussi longtemps qu'elle est au-dessus de l'horizon. Si l'on veut pointer le télescope vers le sud, aucune difficulté, puisque le pilier sud, sur lequel s'appuie l'extrémité sud de

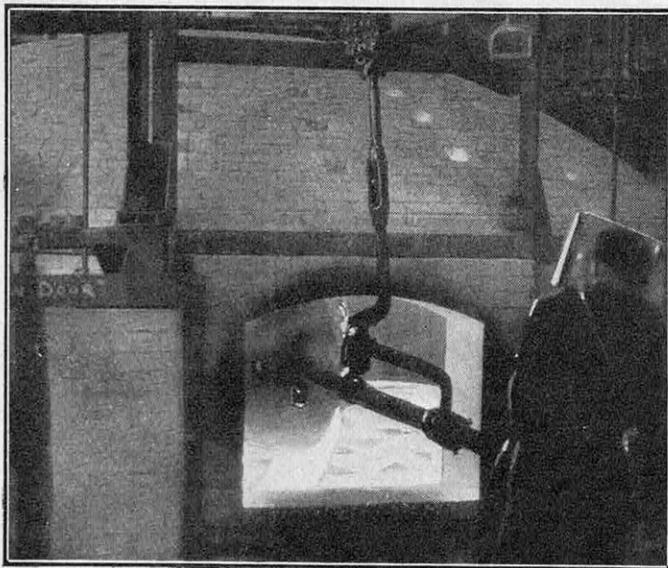


FIG. 3. — LE « PYREX » EN FUSION EST VERSÉ SUR LE MOULE EN BRIQUES DE CÉRAMIQUE RECOUVERTES DE POUDRE DE SILICE POUR EN ADOUCIR LES SURFACES. Le moule est surmonté d'un dôme isolant portant à sa surface interne des radiateurs électriques maintenant une température de $1\ 350^{\circ}$ pendant la durée du remplissage.

la fourche, est placé plus bas que les pivots de déclinaison. Mais quand on veut viser le pôle nord, on se heurte au pilier nord. Qu'il se passe un phénomène intéressant aux alentours du pôle céleste, et voilà l'astronome impuissant et désespéré. De là un trou regrettable dans la zone d'exploration, que les constructeurs de l'instrument de 5 m ont réussi à combler. Voici comment.

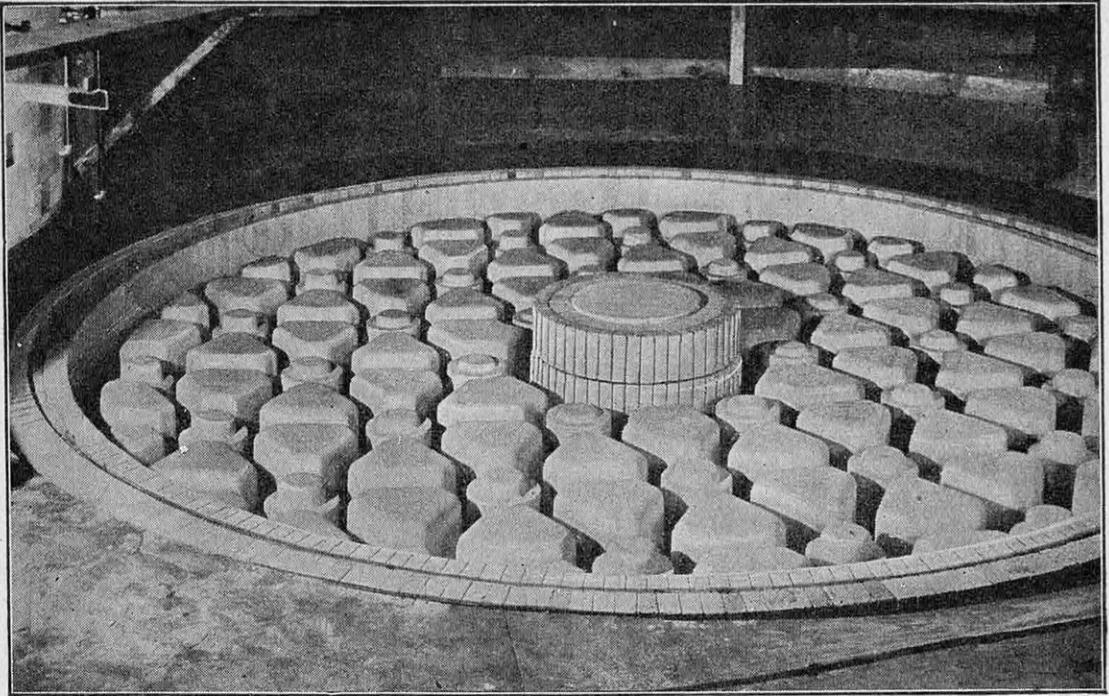


FIG. 4. — VUE D'ENSEMBLE DU MOULE DE CÉRAMIQUE OU FUT COULÉ LE GRAND MIROIR DE 5 MÈTRES DE DIAMÈTRE DU TÉLESCOPE DU MONT PALOMAR (CALIFORNIE)

On remarque les alvéoles réfractaires destinées à ménager des évidements dans la masse du miroir, et à réduire ainsi son poids brut de 40 tonnes environ à 20 tonnes tout en lui conservant sa rigidité.

Si l'on regarde le schéma de la figure 8 représentant le télescope, on voit qu'il est suspendu par les tourillons de déclinaison — qui constituent l'axe de déclinaison et dont la trace verticale est à peu près où se trouve le miroir plan — entre deux grandes poutres

creuses, dont celle de l'est est visible sur le dessin. Ces deux poutres constituent les deux branches de la fourche. Lorsque celles-ci, c'est-à-dire l'axe polaire, tournent autour de leur axe, le télescope décrit les ascensions droites. Pour être parallèle à celui

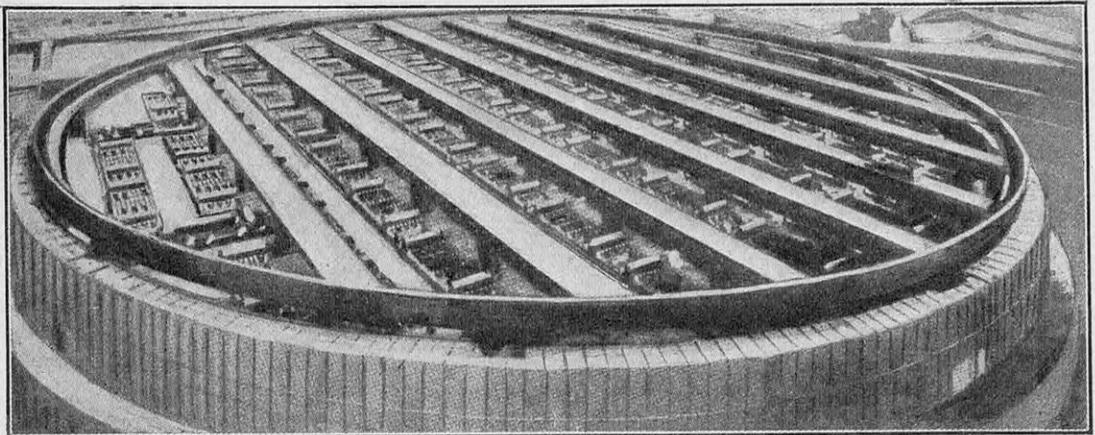


FIG. 5. — PARTIE INFÉRIEURE DU FOUR A RECUIRE LE BLOC DE « PYREX » DU MIROIR
Cet immense plateau circulaire, sur lequel reposait le miroir, portait des séries de radiateurs électriques commandés automatiquement par des thermostats. La partie supérieure du four, portant un équipement analogue, s'emboîtait exactement sur ce plateau de base. La température à l'intérieur du four était abaissée très lentement, à raison de 1 degré par jour. Le refroidissement a duré onze mois.

de la Terre, l'axe de la fourche fait, avec l'horizon, un angle de $33^{\circ} 21'$, égal à la latitude du mont Palomar. Du côté du sud, les deux branches sont réunies par une poutrelle transversale, dont le milieu s'appuie sur le pilier sud. Cette disposition est mieux visible sur le second schéma, pour lequel le lecteur est supposé perché au sommet de la coupole. Du côté nord, les branches sont réunies par une sorte de fer à cheval, ouvert par en haut et qui repose sur deux pistes huilées, symétriques par rapport à l'axe polaire. C'est en glissant sur ces pistes huilées que pivote l'axe polaire. Dès lors, il n'est pas plus malaisé de viser le nord qu'aucun autre point du ciel, puisqu'il suffit d'abaisser le tube entre les branches du fer à cheval.

Voici maintenant quelques détails assez suggestifs. Les deux branches de la fourche sont cylindriques et distantes de 10,50 m ; leur diamètre est de 4,50 m et leur longueur, de 18 m. La poutrelle sud, qui a 4,50 m de lar-

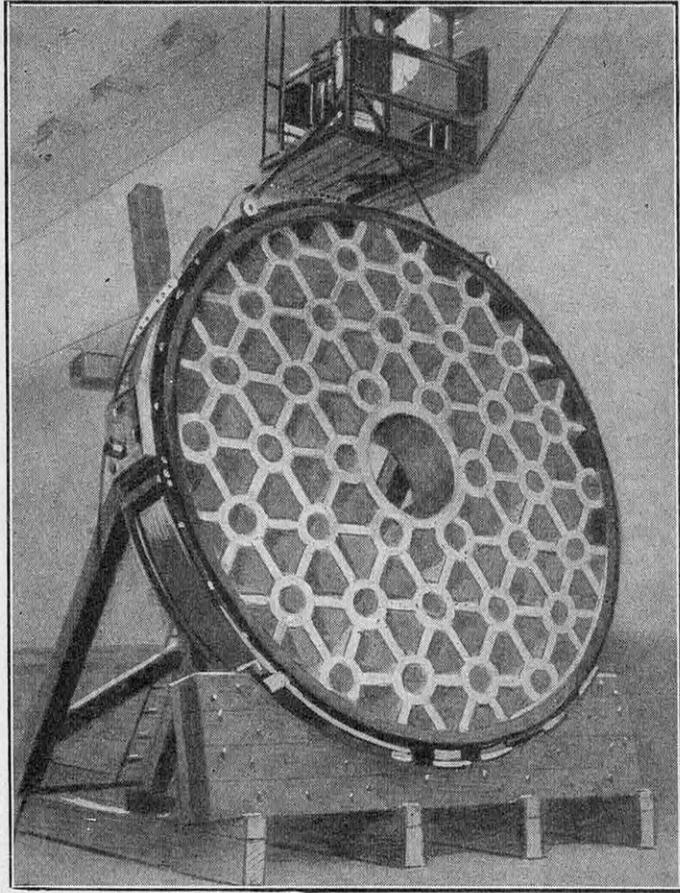


FIG. 7. — LE GRAND MIROIR DE 5 MÈTRES DE DIAMÈTRE PRÊT À ÊTRE EXPÉDIÉ, APRÈS COULAGE, A L'ATELIER DE TAILLE OPTIQUE. On remarque le cloisonnement cellulaire qui réduit le poids du miroir et assure un rapide équilibre de température entre ses diverses parties, condition essentielle pour obtenir des images nettes des astres éloignés.

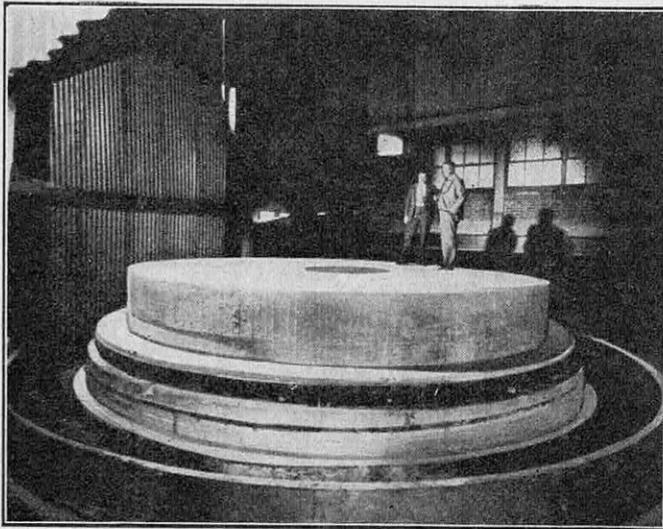


FIG. 6. — LE DISQUE DE 5 MÈTRES DE DIAMÈTRE TEL QU'IL APPARAÎSSAIT À SA SORTIE DU REFROIDISSEUR, AVANT LES PREMIERS ESSAIS OPTIQUES

On aperçoit au centre le trou circulaire ménagé pour le passage des rayons lumineux dans la combinaison optique « Cassegrain ». On sait que, dans cette combinaison, un miroir convexe placé en face du miroir principal renvoie les rayons réfléchis à travers le trou central, dans l'oculaire disposé derrière le miroir.

geur, repose sur le pilier par l'intermédiaire d'une partie sphérique, de 1,88 m de diamètre, constamment lubrifiée.

Quant au fer à cheval, il a 13,80 m de diamètre extérieur, est épais de 1,20 m et pèse 175 tonnes. Les deux paires de supports sur lesquelles il glisse sont distantes de 60° , et l'huile y est envoyée sous la pression de 25 kg/cm^2 . C'est cette mince pellicule d'huile et la partie sphérique du pilier sud qui supportent le poids du télescope (125 t) et celui de la monture

(365 t), soit un total assez voisin de 500 tonnes.

Il est d'autant mieux permis de s'extasier devant de tels chiffres que ce monstrueux mécanisme se déplacera automatiquement, en ascension droite et en déclinaison (1), grâce à des engrenages et à des moteurs mus

par des courants alternatifs de fréquence contrôlée. Mc Dowell assure que télescope et coupole seront mis en mouvement par un moteur... d'un quart de cheval !

Déjà, sur le mont Palomar, les maçons ont remplacé les terrassiers. Déjà s'élèvent les pylones d'acier entre lesquels s'érigeront les hautes murailles de béton. La maçonnerie n'aura que 9 m de haut, mais elle sera surmontée de la coupole tournante, de 40 m de diamètre et dont le sommet ne sera pas à moins de 40 m du sol. L'édifice renfermera des laboratoires, des bureaux, des chambres de repos, etc.

La partie mobile de la coupole, roulant sur des rails d'acier, aura une fente large de 9 m. Les fondations seront isolées de celles de l'instrument afin d'écartier toute cause de vibration, et le

(1) L'un des systèmes de coordonnées utilisés sur la voûte céleste comporte la *déclinaison*, comptée vers le pôle à partir de l'équateur céleste, et l'*ascension droite*, comptée sur cet équateur à partir d'un point fixe : le point vernal.

plancher d'observation sera à environ 8 m du sol. C'est de ce plancher que s'élèveront les ascenseurs emportant l'astronome à l'un de ses postes, soit au foyer principal, soit au foyer Cassegrain sous le grand miroir, soit dans les cylindres de la monture ou près

de l'axe de déclinaison, qui n'est guère qu'à 20 m du plancher.

Les quatre foyers du grand télescope

Nous voici amenés à exposer les diverses combinaisons optiques qui pourront être utilisées. La figure 8 montre schématiquement la coupe du télescope, dans lequel le grand miroir est figuré en noir. Les rayons lumineux (dessinés en pointillé), réfléchis par lui, convergent au foyer principal. Les dimensions de l'appareil permettront, en éliminant le montage newtonien, d'y obtenir des images planétaires à grande échelle, et sa grande luminosité favorisera considérablement l'analyse

spectroscopique des nébuleuses par des spectrographes à court foyer.

Quant à l'observateur, il sera placé tout simplement dans une chambre à température constante, en forme de cartouche, accrochée à l'intérieur du tube, qui n'interceptera pas beaucoup de lumière et d'où, en pressant des boutons, il commandera les

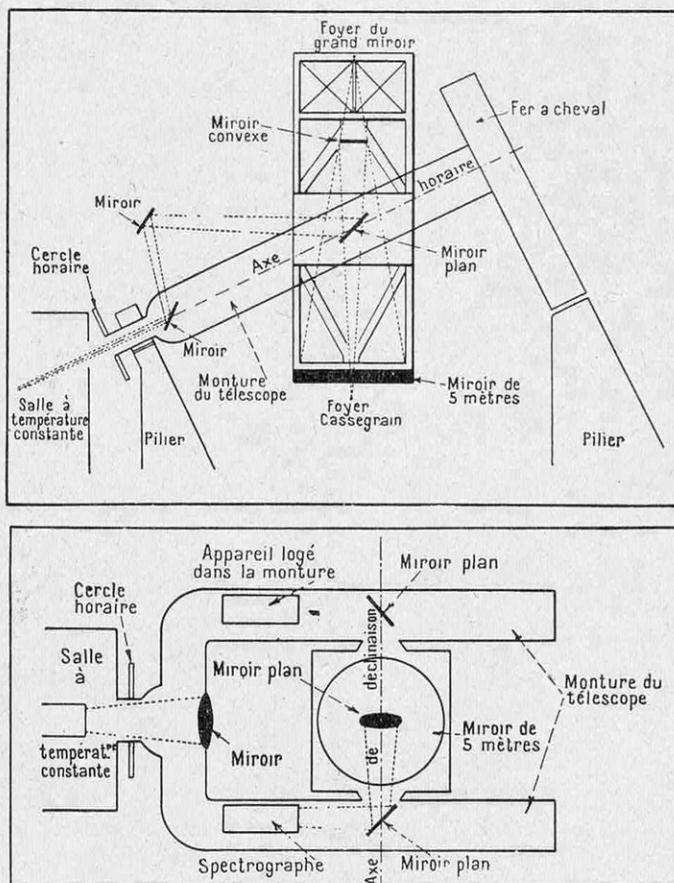


FIG. 8. — COUPE SCHÉMATIQUE ET VUE EN PLAN DU GRAND TÉLESCOPE DU MONT PALOMAR

On voit sur la coupe du haut les différentes combinaisons de miroirs possibles permettant de former les images au foyer principal (grand miroir seul), au foyer « Cassegrain » (grand miroir et miroir convexe), au foyer « coudé » dans la salle à température constante (grand miroir, miroir convexe et, suivant la déclinaison du tube, un seul miroir plan ou combinaison des trois miroirs restants). Sur la vue en plan, le tube du télescope est supposé vertical. On a figuré la combinaison de miroirs permettant de renvoyer l'image, à travers l'axe de rotation du tube (axe de déclinaison), jusqu'aux divers instruments d'observation logés dans la monture de l'instrument.

mouvements de la coupole et du télescope. Il lui suffira, par exemple, d'un simple déclin pour que le miroir convexe coupe le faisceau lumineux et le renvoie derrière le grand miroir, par le trou central qui y est ménagé. Il aura là le foyer « Cassegrain », de 29 m, et pourra y installer des appareils photographiques ou des spectrographes de dimensions restreintes.

La combinaison Cassegrain (fig. 8) admet une variante : le « Cassegrain coudé ». Le miroir convexe pourra renvoyer l'image sur un miroir plan qui, à travers les tourillons de déclinaison, la réexpédiera à deux autres miroirs plans postés dans la monture, qui la projettent, à leur tour, vers des spectrographes de long foyer ou des appareils annexes.

Enfin, la combinaison coudée donnera un foyer de 40 m. Elle s'explique sur le schéma : le miroir convexe étant remplacé par un autre miroir convexe, réfléchira les rayons lumineux vers les trois autres miroirs, dont le dernier, placé sur le support sud, les renverra, par un orifice du support, dans un laboratoire situé au sud et en contre-bas de l'axe polaire. Ce sera là une salle à température constante où, sur des piliers massifs, pourront être fixés à demeure les appareils les plus puissants. Cette combinaison sera telle que, pour les astres de déclinaison comprise entre le pôle et $-13^{\circ}5$, elle nécessitera cinq miroirs, tandis que, pour ceux allant de l'horizon sud à $-13^{\circ}5$, elle n'emploiera que les trois premiers, l'image étant envoyée par le dernier dans la salle à température constante, à travers l'axe polaire.

Les appareils satellites

C'est le propre des engins ultramodernes d'exiger, pour que l'emploi en soit profitable, un luxe considérable d'accessoires.

Nous avons déjà parlé des spectrographes dont les uns, à grande dispersion, placés aux

foyers « coudé » ou « Cassegrain coudé » seront consacrés à l'étude, par exemple, des atmosphères stellaires ; dont les autres, à faible dispersion, mais très lumineux, serviront, au foyer principal, à mesurer la vitesse radiale des nébuleuses extra-galactiques. C'est pour eux que le docteur W.-B. Rayton a établi une lentille de 32 mm de foyer, ouverte à $f/0,59$. Cet objectif ultrarapide, employé avec deux prismes au télescope de 100 pouces, a déjà permis à Hubble de réduire de 2 h à 10 mn la durée de pose sur des astres de douzième magnitude. R. Bracey a même été plus

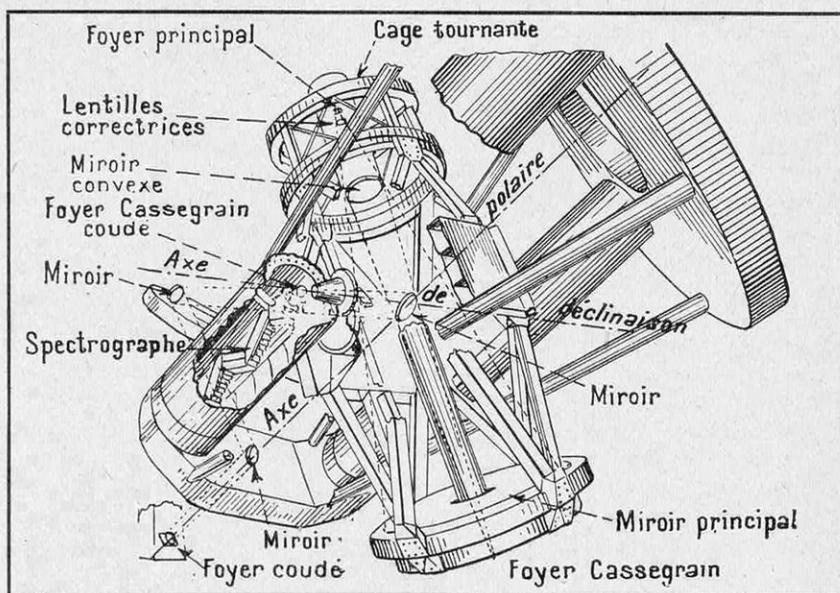


FIG. 9. — ENSEMBLE SCHÉMATIQUE DU TÉLESCOPE DE 5 MÈTRES DE DIAMÈTRE ET DE SA MONTURE, MONTRANT LA POSITION RESPECTIVE DES DIFFÉRENTS FOYERS OPTIQUES DE L'INSTRUMENT

loin, puisqu'il a fabriqué un objectif ouvert à $f/0,36$, dont le foyer est sur la face plane de la lentille arrière, contre laquelle la plaque photographique est appliquée en contact par immersion.

On compte établir aussi un interféromètre de 12,20 m, susceptible d'évaluer le diamètre des étoiles et de séparer certaines étoiles doubles, spectroscopiques (1) ; puis un amplificateur photoélectrique, dû au docteur A.-E. Whitford, capable de déceler la lueur d'une bougie à plus de 4 000 km ! Citons encore le microphotomètre, construit par Sinclair Smith et Abbott, avec lequel on pourra tracer les courbes d'énergie dans le spectre, et tout le matériel photo-

(1) Une étoile double spectroscopique ne peut être séparée visuellement, les composantes étant trop rapprochées. On n'y parvient que par l'étude de leurs spectres, le mouvement relatif des composantes provoquant la déviation des raies.

graphique pour lequel le docteur Mees (Kodak) a fabriqué des émulsions sensibles en plein infrarouge.

A quels problèmes s'attaquera le télescope géant ?

D'un diamètre double de celui du mont Wilson, le nouveau télescope du mont Palomar décèlera des astres quatre fois plus faibles et repoussera l'horizon astronomique à 1 milliard d'années-lumière, révélant ainsi à la science un volume 8 fois plus grand que l'espace sondé actuellement. Quelles perspectives nouvelles ouvrira-t-il donc à l'astronomie ? A quels travaux spéciaux sera-t-il affecté ? Quelles recherches poursuivra l'astronome qui, dans la prodigieuse cathédrale de mécanique, actionnera dans la nuit ses axes précis et démesurés ?

Une compréhensible curiosité le fera sans doute diriger vers les planètes et la Lune, et nul doute qu'il ne révèle, notamment sur Mars et sur notre satellite, des détails nouveaux. Il sera possible de discerner des points de la Lune écartés de 9 m seulement : c'est dire qu'un objet gros comme un autobus serait facilement visible. Mais il n'y a pas d'autobus sur la Lune, pas plus que de vivants, encore que Pickering prétende y distinguer de faméliques végétaux.

Mais, pas plus que l'on n'affecterait la Normandie à un humiliant cabotage entre Le Havre et Dieppe, le grand objectif ne sera employé à l'exploration du système solaire, infime banlieue dans laquelle il se sentirait bien à l'étroit. C'est à l'astronomie stellaire qu'il est destiné et, si le mastodonte du mont Wilson s'essouffle en atteignant les étoiles de magnitude 21, son cadet frôlera, lui, la 23^e magnitude, en dénombant 2 milliards d'étoiles (1).

Celles de notre Galaxie seront, bien entendu, l'objet des investigations spectroscopiques et photométriques, et la théorie si controversée de l'absorption interstellaire pourra être vérifiée : elle suppose que l'espace est empli non seulement d'électrons épars, mais aussi de résidus météoriques qui absorbent une partie de la lumière des astres et faussent le calcul des distances (2). De savants mathématiciens ont bâti, sur cette base, de remarquables mais fragiles

(1) Seules, les six premières magnitudes sont visibles à l'œil nu.

(2) A part le très petit domaine stellaire triangulé géométriquement, les distances célestes sont, en effet, déterminées par certains caractères physiques de la lumière des astres (les Céphéides, par exemple).

édifices. Au télescope de 5 m reviendra l'honneur de décider si les faits justifient bien leurs étonnantes déductions.

A lui encore la gloire d'infirmier ou de confirmer, dans le domaine extragalactique, la fameuse hypothèse de l'expansion de l'univers (1).

Les astronomes ne se sont point rangés sans résistance sous la bannière de l'abbé Lemaitre et d'Eddington, champions de la dilatation de l'espace attestée par la fuite à grande vitesse des nébuleuses spirales. Depuis quelque temps, la résistance s'est même faite de plus en plus vive, tant paraissent exorbitantes les vitesses de 20 000, de 40 000 km/s qui entraînent ces amas de soleils. On attend l'arrêt que ne manquera pas de rendre le mont Palomar grâce à ses spectrographes. C'est, en effet, sur les spectres que l'on estime, au moyen de la déviation des raies due à l'effet Doppler-Fizeau, ces stupéfiantes vitesses. Or, quand on sait que ces spectres, même au télescope de 100 pouces, ont à peine quelques millimètres de long, que l'on doit, sur cette image microscopique, démêler les raies et en apprécier l'écart, quand on sait que tout le système expansionniste est dressé là-dessus, on ne peut s'empêcher de trouver que ce magnifique monument mathématique est assis sur de bien frêles pilotis !

Le télescope de 5 m devra dire si cette déviation existe ou non, et, dans l'affirmative, nous aider à savoir si elle provient bien entièrement de l'effet Doppler-Fizeau, et non d'une autre cause, comme, par exemple, cette absorption interstellaire dont on discute abondamment dans les observatoires. Peut-être, comme le laisse entendre M. Esclangon dans un mémoire récent, ces prochaines recherches amèneront-elles à une révision de la relativité restreinte et généralisée, à l'effondrement partiel ou total de la théorie de l'abbé Lemaitre et à une retouche sérieuse des dimensions actuellement admises pour l'univers.

C'est la solution de ces problèmes fondamentaux que l'on attend du grand télescope, lorsque, dans trois ou quatre ans, George Hale entrera dans la petite cabine du foyer principal, s'assoiera devant le clavier aux touches multiples, fera virer et ouvrir la coupole, pivoter le tube autour de ses axes, et qu'il verra des astres inconnus lui apparaître pour la première fois.

PIERRE ROUSSEAU.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 204, page 455.

LE ROLE DU « pH » ET DU « rH » DANS LA CHIMIE INDUSTRIELLE

Par L. HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

L'application généralisée de la méthode scientifique à la mise au point et au contrôle des procédés industriels devait logiquement donner une place de premier plan à l'évaluation de l'acidité ionique, autrement dit aux mesures du pH, notion relativement nouvelle dans la chimie moderne. Un technicien, A. Levasseur, spécialiste de l'enseignement industriel, a très justement fait remarquer qu'une fabrication est une succession de phénomènes qu'il faut obtenir une première fois pour les reproduire indéfiniment identiques à eux-mêmes. Ces phénomènes sont donc dans la dépendance précise de facteurs tels que pression, température, potentiel, concentrations, durée. Un rendement donné dans une fabrication est lié à la constance de ces facteurs. Or, jusqu'à ces derniers temps, on ignorait encore le rôle de certains facteurs — encore mal définis — dans ces opérations industrielles. Ainsi, chaque fois qu'interviennent les solutions aqueuses, c'est la « force acide » (ou alcaline) du liquide qui importe. L'analyse chimique ordinaire est incapable d'évaluer cette grandeur avec précision. Alors est intervenue une notion neuve : la mesure du pH. C'est ainsi que le pH « joue » aujourd'hui dans de nombreuses industries (tannerie, dépôts galvaniques, papeterie, brasserie, ferments, teinture, etc.). Une théorie de chimie pure (acidité ionique) est ainsi devenue féconde de par ses applications pratiques, et c'est pour cette raison principale que nous avons demandé au professeur Houllévigue de l'exposer ici. La notion du rH intervient, elle aussi, dans le même esprit, si l'on peut s'exprimer ainsi, pour les phénomènes d'oxydoréduction. Ainsi, dans la chimie moderne, de multiples réactions peuvent maintenant se ramener aux mêmes « schémas » généraux. Là encore, grâce à l'examen du potentiel d'oxydoréduction, grâce à des mesures électrométriques particulièrement précises, grâce à des mesures colorimétriques, les chimistes et les industriels ont maintenant à leur disposition une méthode rigoureuse aux applications nombreuses : biologiques, microbiologiques, physiologiques. On voit dès lors l'importance du rH dans les industries de la bière, des vins et alcools, du lait, de la panification, des textiles, du cuir, du papier, en photographie, en métallurgie même et en agriculture (meunerie, huilerie, pisciculture). Cette énumération variée suffit à justifier la présente étude sur un sujet relativement peu connu des « non initiés », pour apprécier, une fois de plus, la portée pratique de notions acquises au laboratoire et transposées sur le plan industriel.

L'acidité et l'ion hydrogène

LA chimie a nécessairement évolué depuis que Lavoisier l'a fondée sur des bases scientifiques ; le premier de ces remaniements se rapporte au rôle de l'oxygène, qu'on avait ainsi désigné parce qu'il était apparu, d'abord, comme le générateur des acides ; on n'a pas tardé à reconnaître (et l'honneur en revient à Davy) que c'est en réalité l'hydrogène qui remplit ce rôle essentiel ; tous les corps qui possèdent la fonction acide, c'est-à-dire qui rougissent la teinture de tournesol et s'unissent aux bases, sont des composés hydrogénés.

Mais le rôle de l'hydrogène ne put être précisé tant que ne furent pas acquises les notions relatives à la dissociation des électrolytes et à l'existence des ions électrisés ;

depuis Grotthus jusqu'à Arrhénius et Nernst, il n'a pas fallu moins d'un siècle pour en arriver là. Nous savons aujourd'hui que tous les corps qu'on nomme électrolytes, c'est-à-dire qui sont décomposables par le courant électrique, sont partiellement ou totalement dissociés en ions dans leur solution aqueuse, cette dissociation obéissant à des lois d'équilibre qui ont été formulées par Guldberg et Waage. Ainsi, l'acide chlorhydrique HCl , dissous dans l'eau, s'y dissocie spontanément en deux ions : l'un chargé positivement, qu'on représente par H^+ et qu'on nomme cation parce que, dans l'électrolyse, il se dégage sur la cathode ; l'autre négatif, qui est l'anion Cl^- ; les charges de ces ions sont nécessairement égales et contraires, puisqu'ils précèdent de la molécule neutre HCl ; de même, l'acide acétique

Température		Degré de dissociation (en %)
absolue (degrés)	centésimale (degrés)	
1 000	727	0,00003
1 500	1 227	0,02
2 000	1 727	0,59
2 500	2 227	3,98

TABLEAU I. — LA DISSOCIATION DE LA MOLECULE D'EAU EN SES CONSTITUANTS (CATION H^+ ET ANION OH^-) CROIT RAPIDEMENT LORSQUE LA TEMPÉRATURE S'ÉLÈVE (D'APRÈS NERNST ET WARTENBERG)

$C^2H^4O^2$ se dissociera, dans l'eau, en H^+ et $C^2H^3O^2-$.

Considérons maintenant deux solutions normales de ces deux acides, c'est-à-dire contenant, par litre, une molécule-gramme de chacun d'eux, soit 36 g 5 d'acide chlorhydrique et 60 g d'acide acétique. Ces deux liqueurs contiennent le même nombre de molécules acides, elles peuvent saturer le même poids de base, elles sont donc équivalentes au point de vue de cette fonction chimique. Cependant leur action sur la teinture de tournesol et les autres réactifs colorés est nettement différente ; elles n'agissent pas de même pour produire l'interversion du sucre ou la saccharification de l'amidon ; enfin, si on en dépose une goutte sur la langue, on constate que l'acide acétique possède une saveur acide supportable, tandis que la liqueur chlorhydrique ne saurait être tolérée. A quoi tiennent ces différences ? A ce que, pour l'acide chlorhydrique, la dissociation en ions est totale, tandis qu'elle n'est que partielle pour l'acide acétique ; la première liqueur contient le maximum d'ions H^+ à l'état libre, soit 1 g par litre, tandis que la solution acétique normale n'en contient que 4,25 mg ; son activité vraie sera donc 235 fois moindre ; les autres ions H^+ , neutralisés par l'anion $C^2H^3O^2-$, sont en réserve, et pourront apparaître lorsque les premiers auront été utilisés. Ainsi, l'acidité vraie, exercée par ces ions H^+ , diffère essentiellement de l'acidité potentielle ; c'est la première seule qui entre en jeu dans les phénomènes biologiques, et c'est ce qui explique l'intérêt présenté, dans chaque cas, par la détermination du nombre de ces ions libres.

La dissociation électrolytique de l'eau

Ces notions s'étendent, non seulement aux électrolytes, mais à l'eau elle-même ; sa molécule, dont la formule s'écrit H^2O ou $H-O-H$,

est électriquement neutre et ne participe pas au passage du courant dans l'électrolyse. Pourtant, on a établi que l'eau chimiquement pure possède une très faible conductibilité : $\gamma = 3,84 \times 10^{-8}$; cette conductibilité est due à une dissociation suivant la formule :



A la température ordinaire, cette dissociation est extrêmement faible : à 20°, il n'y a, dans 1 tonne d'eau pure, que 1 dixième de milligramme d'ion H^+ et, par suite, 1,7 mg d'anions OH^- ; autrement dit, chaque litre d'eau pure contient 1 dix-millionième (10^{-7}) d'ion-gramme d'hydrogène.

L'eau pure, à la température ordinaire, ne possède donc qu'une acidité extraordinairement faible, et pratiquement négligeable ; c'est pour cela qu'on la dit neutre, et, par généralisation, on définit comme neutre toute solution où la concentration du cation H^+ est la même que dans l'eau pure, c'est-à-dire 10^{-7} . Mais, à mesure que la température s'élève, la proportion dissociée va croissant (tableau I).

On s'explique ainsi que le rôle acide de l'eau s'accroît rapidement avec la température et on se rend compte du rôle actif que ce liquide a joué, en géologie, dans la formation des minéraux.

Définition et mesure du « pH »

Ce qui précède explique la nécessité qui s'est imposée aux savants, et surtout aux biologistes, de déterminer la concentration en cations H^+ dans les diverses liqueurs. Cette concentration, en ions-gramme par litre, varie dans des limites extrêmement étendues, par exemple dix-millionième (10^{-7}) pour l'eau pure à 1 dixième (10^{-1}) pour l'acide chlorhydrique décimormal. On a trouvé plus commode de remplacer ces nombres par leur logarithme décimal ; ainsi, aux concentrations :

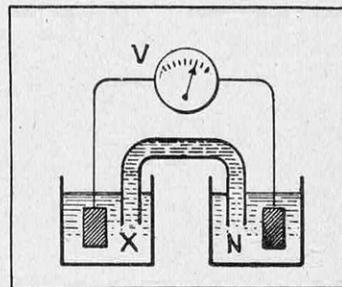


FIG. 1. — DISPOSITIF SCHÉMATIQUE POUR LA MESURE DU « pH »

En X, solution à étudier ; en N, solution normale. Dans les deux vases communicants plongent deux électrodes de platine saturé d'hydrogène. De la mesure de la force électromotrice de la pile ainsi constituée (mesurée par le voltmètre V), on déduit le pH de la solution X (formule de Nernst).

1 10⁻¹ 10⁻²..... 10⁻⁶ 10⁻⁷ 10⁻⁸.....
 en ions-gramme par litre (1), correspondront les logarithmes :

0 1 2..... 6 7 8.....

Ces logarithmes, qui forment une suite continue, ont reçu de Sørensen, fondateur de l'école physico-chimique de Carlsberg, la désignation de *pH*, qui est une abréviation de « potentiel hydrogène » ; on verra, en effet, que cette grandeur est donnée expérimentalement par des mesures de potentiel. Si nous examinons spécialement les *pH* supérieurs à 7 (valeur qui caractérise l'eau pure, c'est-à-dire la neutralité), ils correspondent à des liqueurs où les anions OH⁻ l'emportent sur les cations H⁺ ; c'est le cas qui se présente pour les liqueurs alcalines, comme la soude (NaOH) partiellement ou totalement dissociée en cations Na⁺ et en anions OH⁻. Il résulte de là que la valeur 7 marque la démarcation entre les liqueurs acides (*pH* inférieur à 7) et

alcalines (*pH* supérieur à 7), l'acidité ou l'alcalinité étant d'autant plus grandes qu'on s'écarte davantage de cette limite commune ; une solution normale de soude (40 g de NaOH par litre) contient donc autant d'anions que la solution normale d'acide chlorhydrique contenait de cations ; son *pH* sera donc égal à 14.

Il reste maintenant à faire comprendre comment cette grandeur *pH* a pu être mesurée. Si on n'avait affaire qu'à des solutions acides ou alcalines pures, l'opération ne souffrirait aucune difficulté, car il suffirait de doser l'acide ou l'alcali par les méthodes ordinaires, pour en déduire la concentration en ions ; mais on a pratiquement à opérer sur des liquides complexes, surtout lorsqu'on expérimente avec les milieux biologiques ; il faut donc recourir à une méthode différente qui a été mise au point par Sørensen.

(1) Ou, plus exactement, à leurs inverses.

Elle est fondée sur la théorie des piles, établie par Nernst, et dont nous ne pouvons donner ici que le résultat final. On envisage un élément formé par deux vases communicants (fig. 1), dont l'un *N* contient une solution normale, et l'autre *X* la solution dont on cherche le *pH* ; dans ces deux vases plongent deux électrodes en platine saturé d'hydrogène, et la « pile de concentration » ainsi constituée est fermée sur un voltmètre *V* qui mesure sa force électromotrice *E* ; la théorie de Nernst indique qu'à la température absolue *T*, le *pH* inconnu est donné par la formule

$$pH = \frac{E \text{ volts}}{0,00198 T}$$

Dans la pratique, l'appareil utilisé sera un peu différent et représenté par la figure 2 ; le vase contenant la solution normale est remplacé par un élément étalon au calomel, dont l'électrolyte est constitué par une solution saturée de chlorure de potassium *KCl* ;

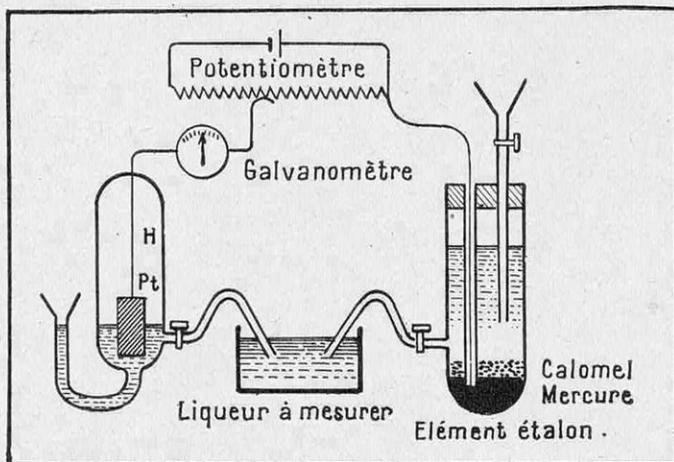


FIG. 2. — DISPOSITION PRATIQUE POUR LA MESURE DU «pH»

Le vase contenant la solution normale est remplacé par un élément étalon au calomel dont l'électrolyte est du chlorure de potassium. La mesure de la force électromotrice se fait au galvanomètre.

dans ces conditions expérimentales, la formule de Nernst prend la forme suivante :

$$pH = \frac{E - 0,250}{0,00198 T}$$

et la mesure de *E*, faite avec précision au potentiomètre, détermine la valeur de *pH*.

Si cette méthode est rigoureuse, elle exige un appareillage et des précautions ; c'est ce qui explique qu'on ait fréquemment recouru à l'observation des changements de teinte des *indicateurs colorés*. Considérons, par exemple, la teinture de tournesol ; sa teinte est franchement bleue, tant que le *pH* est supérieur à 7,5 ; elle vire au violet, puis au rouge vineux, puis enfin au rouge orangé lorsque le *pH* atteint 6 ; on voit donc dans cet intervalle de 6 à 7,5, le tournesol permettra une appréciation un peu grossière, mais rapide, du *pH*. Il existe ainsi un grand nombre d'indicateurs, dont chacun correspond à un intervalle défini (tableau II).

INDICATEURS COLORÉS	Valeurs du pH pour lesquelles apparaît une variation de teinte
Bleu de thymol acide.....	de 1,2 à 2,8
Bleu de bromophénol.....	de 3,0 à 4,6
Rouge de méthyle.....	de 4,4 à 6,0
Pourpre de bromocrésol..	de 5,2 à 6,8
Bleu de bromothymol....	de 6,0 à 7,6
Rouge de phénol.....	de 6,8 à 8,4
Rouge de crésol.....	de 7,2 à 8,8
Bleu de thymol basique....	de 8,0 à 9,6

TABLEAU II. — LISTE D'INDICATEURS COLORÉS PERMETTANT PAR RECOUPEMENTS D'ÉVALUER RAPIDEMENT LE pH D'UNE SOLUTION A UN DIXIÈME PRÈS

On comprend qu'avec un peu d'habitude, et en recoupant les indications de ces divers réactifs, on puisse déterminer rapidement le pH à 1 dixième près.

Importance chimique et biologique du « pH »

Dans la plupart des réactions de la chimie organique, les acides interviennent uniquement par leur fraction dissociée, c'est-à-dire par leurs cations H^+ ; c'est le cas pour les actions catalytiques, comme l'intervention du sucre, la saccharification de l'amidon, l'hydrolyse (c'est-à-dire la décomposition au contact de l'eau) des esters, des amides, des glucosides, des nitriles. Mais c'est surtout en biologie que la notion du pH est capitale; l'expérience prouve que la vie n'est possible qu'entre les valeurs de cette grandeur allant de 4,7 à 8,5, c'est-à-dire dans les milieux qui s'écartent peu de la neutralité ($pH=7$), dans un sens ou dans l'autre; mais, pour chaque milieu biologique, les limites sont encore plus étroitement définies: ainsi, pour un protozoaire qui vit dans les marais salants, le *Fabrea salina*, le pH doit être compris entre 8,2 et 8,6; ces valeurs limites sont appelées les pH d'arrêt pour cette espèce vivante; pour un autre protozoaire, la *Dunaliella salina*, les limites sont plus serrées encore: 8,2 et 8,3; pour un végétal, la *Molinia caerulea*, les pH d'arrêt sont 3,8 et 4,5; le bacille typhique peut, malheureusement pour nous, vivre dans des milieux plus variés, de 3,5 à 8,5, mais il ne se reproduit bien qu'au voisinage de la neutralité.

Or, c'est un fait bien remarquable que chaque milieu vivant maintient automatiquement une valeur définie et caractéristique de pH ; cette valeur sera, par exemple:

Pour le sang $pH = 7,35$
 — le lait $pH = 7,65$
 — le suc gastrique $pH = 1,7$
 — l'eau de mer $pH = 8,1$

Dans les laboratoires, on assure la constance du pH en ajoutant à la liqueur certains sels qu'on désigne sous le nom de « tampons »; tels sont, par exemple, le bicarbonate de sodium CO^3NaH ou le phosphate disodique PO^4HNa^2 ; ces sels se dissocient, en effet, de façon à maintenir fixe l'acidité du milieu. Or, il est probable que c'est par un artifice analogue que la nature maintient le pH des liquides biologiques; ils sont « tamponnés » par des bicarbonates, des phosphates acides et des sels organiques acides.

L'action du pH se manifeste encore sur les colloïdes, qui jouent un rôle si essentiel dans les milieux vivants; on sait que les granules colloïdaux sont, en général, porteurs de charges électriques, de telle sorte qu'ils sont entraînés: les uns, chargés positivement, dans le sens du champ; les autres, négatifs, en sens contraire; c'est le phénomène qui a reçu le nom de *cataphorèse*. Il existe pourtant des colloïdes, nommés *amphotères*, dont les granules peuvent être entraînés dans un sens ou dans l'autre, suivant l'acidité du liquide intermicellaire; le cas se présente pour la plupart des protéines, substances qui jouent, on le sait, un rôle de tout premier plan dans l'activité vitale.

Prenons, par exemple, l'albumine du blanc d'œuf: tant que le pH est inférieur à 4,7, c'est-à-dire en milieu franchement acide, ce corps se comporte comme un colloïde positif et ses granules sont entraînés vers la cathode; pour les pH supérieurs à 4,7, il agira au contraire comme un colloïde négatif et la cataphorèse se produira alors vers l'anode. Cette valeur

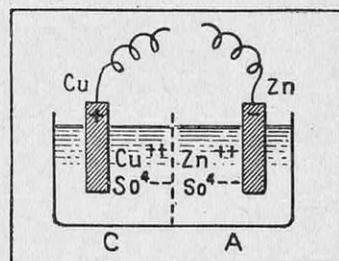


FIG. 3. — LA PILE DANIELL ET L'OXYDORÉDUCTION

A, compartiment anodique (solution de sulfate de zinc $ZnSO^4$ et lame de zinc); B, compartiment cathodique (solution de sulfate de cuivre $CuSO^4$ et lame de Cu). Lorsque le circuit est fermé, les cations Cu^+ se déposent sur la lame de cuivre sous forme d'atomes neutres Cu (il y a donc gain d'électrons, — c'est-à-dire réduction), tandis que les atomes neutres de la lame de zinc se transforment en cations Zn^{++} (il y a donc perte d'électrons, — c'est-à-dire oxydation).

$pH = 4,7$ correspond donc à un équilibre indifférent ; on l'appelle *point isoélectrique* du colloïde en question ; pour l'hémoglobine, sa valeur est 6,8. Ce qui fait l'importance du point isoélectrique, c'est qu'il caractérise un état particulièrement instable ; les solutions placées au voisinage de ce point présentent une grande aptitude à la floculation, et inversement, le retour à l'état colloïdal d'un flocculat est plus difficile ; je n'ai pas besoin d'insister sur l'importance biologique de ces constatations.

L'oxydoréduction et le « rH »

Tout le monde connaît la distinction entre les corps oxydants et réducteurs ; parmi les premiers, on cite naturellement l'oxygène, l'ozone et les corps riches en oxygène, comme les permanganates, les oxydes de plomb et de manganèse, les bichromates, etc. ; puis

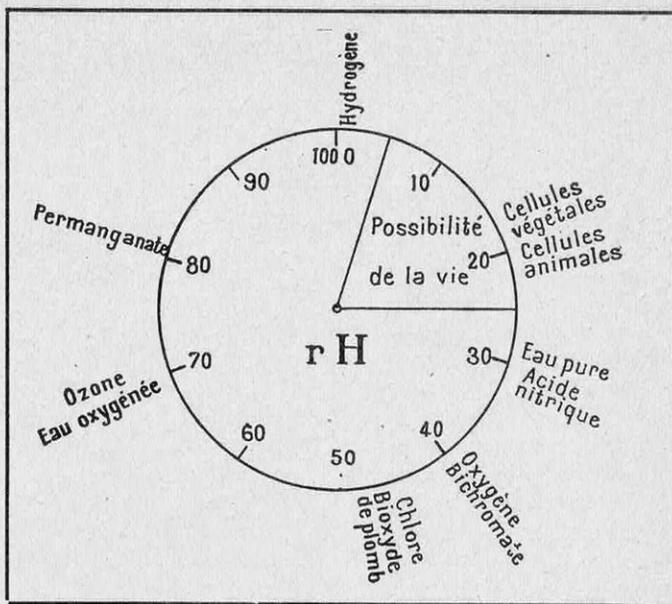


FIG. 5. — ÉCHELLE D'OXYDORÉDUCTION DONNANT LES VALEURS DU rH DES PRINCIPAUX OXYDANTS ET RÉDUCTEURS. On voit que la valeur d'oxydoréduction des milieux vivants est comprise entre des limites très étroites, de 6 à 24.

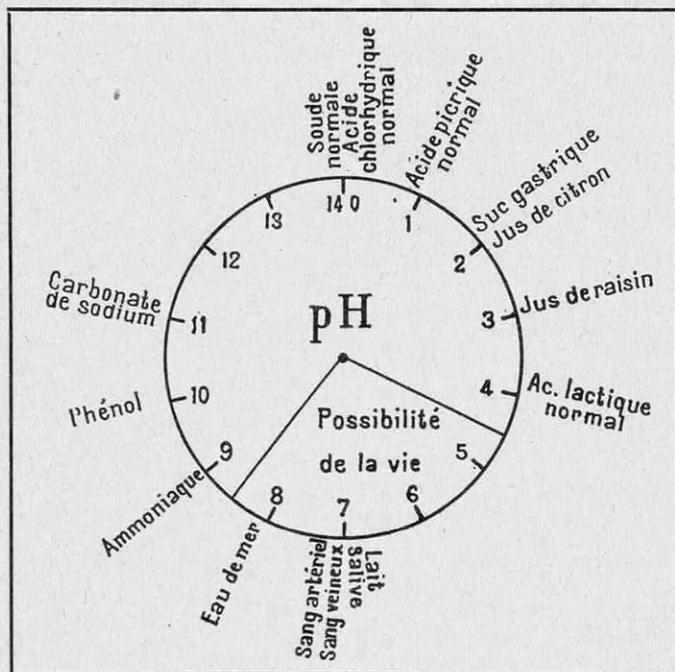


FIG. 4. — ÉCHELLE DONNANT LES VALEURS DU pH (POTENTIEL HYDROGÈNE) POUR UN CERTAIN NOMBRE DE SOLUTIONS ET DE LIQUIDES ORGANIQUES

L'acide chlorhydrique, type de l'acide « fort » occupe le zéro de l'échelle et la soude, type de la base forte, correspond au chiffre 14. Les mesures de pH des liquides biologiques ont montré que la vie n'était possible qu'entre 4,7 et 8,5, chiffres voisins de la neutralité, soit du pH égal à 7.

des corps qui provoquent l'oxydation par un processus secondaire, en présence de l'eau qui est alors décomposée : c'est le cas du chlore et des chlorures décolorants, qui, en neutralisant l'hydrogène de l'eau, mettent en liberté l'oxygène dans des conditions d'activité particulière qu'on désignait jadis sous le nom d'état naissant. Parmi les réducteurs figurent, au contraire, l'hydrogène, et, d'une façon générale, tous les corps avides d'oxygène.

Mais il faut noter tout d'abord que chaque réaction chimique complète comporte, à la fois, une oxydation et une réduction ; lorsque deux systèmes sont en présence, on ne peut oxyder le premier qu'en réduisant le second, l'une des opérations fournissant à la fois la matière et l'énergie nécessaires à l'autre ; l'opération complète et double est donc une oxydoréduction.

Notons encore que les corps ne sont oxydants ou réducteurs que par comparaison, et non d'une façon absolue ; c'est-à-dire qu'un corps oxydant pourra fonctionner comme réducteur par

rapport à un autre corps plus oxydant que lui-même. On conçoit, d'après cela, la possibilité d'établir une classification allant des corps les plus oxydants aux plus réducteurs, et dont les principaux termes pourraient être : le permanganate, l'ozone, l'eau oxygénée, le bioxyde de plomb, le chlore, les bichromates, les iodates, l'acide nitrique, l'eau, l'hydrogène.

Mais on peut encore considérer ces phénomènes sous un autre aspect, comme constituant un échange d'électrons, ou de grains d'électricité négative ; chaque fois qu'un corps s'oxyde, il perd des électrons, et il y correspond un accroissement de la valence ; inversement, la réduction est accompagnée par une capture d'électrons et une diminution de la valence.

A ce titre, le fonctionnement des piles hydroélectriques apparaît lui-même comme un phénomène d'oxydoréduction ; considérons, par exemple, la pile Daniell, la plus simple de toutes (fig. 3), dont le compartiment anodique *A* est formé par du zinc plongé dans une solution de son sulfate, tandis que le compartiment cathodique *C* est rempli de sulfate de cuivre où plonge une électrode de cuivre. Ce qui s'y passe se ramène, au pôle +, à la réduction du cation Cu^{++} du sulfate de cuivre qui se précipite sous forme d'atomes neutres *Cu*, tandis que, de l'autre côté, au pôle —, les atomes de zinc s'oxydent sous forme de cations Zn^{++} ; cette opération, qui est une réduction dans le compartiment cathodique et une oxydation du côté anodique, n'est possible que lorsque le circuit électrique est fermé et que le courant passe, en permettant le passage d'électrons du zinc vers le cuivre.

Le « rH » et le phénomène biologique

C'est surtout dans les phénomènes biologiques que s'affirme l'importance de ces oxydoréductions ; les réactions par lesquelles s'élaborent les corps de poids molé-

culaire élevé, comme les protéides, les glucides, les lipides, sont des synthèses et sont généralement dues à des réductions : soustractions d'éléments électronégatifs comme l'oxygène ou addition de corps électropositifs comme l'hydrogène ; elles nécessitent une absorption d'énergie qui se trouve fournie par les réactions corrélatives de dégradation, tels que les dédoublements, les hydrolyses et surtout les oxydations.

En raison de cette importance, on a tenté de donner une représentation quantitative de la valeur d'oxydoréduction des divers milieux que nous avons classés tout à l'heure par ordre d'activité. La méthode est calquée sur la représentation logarithmique du *pH* ; on considère la dissociation en hydrogène et oxygène de la molécule d'eau



Les lois de l'électrochimie permettent de calculer la proportion des molécules d'oxygène libre dans l'eau pure à la température ordinaire ; cette proportion, extrêmement faible, est égale à 10^{-27} ; on dira donc que le *rH* de l'eau pure est égal à 27, la lettre *r* étant un rappel du mot réduction. D'autre part, l'hydrogène étant nécessairement au bout de l'échelle, son *rH* sera égal à 0 ; pour l'oxygène, c'est-à-dire pour une électrode de platine polarisée à refus par ce gaz, le *rH* sera égal à 41, en vertu de considérations théoriques qui ne sauraient trouver place ici. On a donc établi une échelle d'oxydoréduction qui va de 0, pour le réducteur idéal, à 41 pour l'oxydant parfait ; la figure 5 en indique les termes principaux, et montre en même temps que le *rH* des milieux vivants est compris entre 6 et 24. Bien que se prêtant moins aisément que celle du *pH* à la mesure, cette représentation a été très généralement acceptée par les biologistes ; on ne peut que souhaiter qu'elle leur permette de mettre de l'ordre dans la représentation des phénomènes vitaux.

L. HOULLEVIGUE.

Voici des chiffres à méditer : les rôles d'impôts sur les revenus, établis en 1937 pour 1936, s'élèvent à 4 milliards 400 millions. Si on se reporte à huit ans en arrière (1929), on constate que le total de ces impositions sur les revenus déclarés était à quelques millions près le double de celui d'aujourd'hui. Autre statistique à retenir : 8 493 contribuables acquittent à eux seuls près de la moitié de l'impôt général sur le revenu, qui s'est élevé pour l'année écoulée à 1 milliard 63 millions. Il y a donc, approximativement, en France, un « assujetti » par huit habitants qui possède un revenu déclaré supérieur à 200 000 francs. En Grande-Bretagne, cette proportion est bien plus élevée, ce qui tendrait à démontrer qu'il y a beaucoup plus d'Anglais « riches » que de Français « riches ».

POUR LUTTER CONTRE LES CHUTES DE GRÊLE, UTILISEZ L'AVION

Par Charles BRACHET

La formation de la grêle au sein des nuages orageux s'effectue suivant un mécanisme aujourd'hui connu et que l'exploration systématique des nuages par l'avion complète utilement. Le cumulo-nimbus, prototype du nuage à grêle, nécessite, pour se constituer, l'existence d'un fort « gradient » thermique vertical, c'est-à-dire une température élevée au sol diminuant très rapidement avec l'altitude. Ainsi, les masses d'air chaud sont entraînées vers les régions glacées supérieures où l'humidité atmosphérique, d'abord condensée en brouillard, donne naissance au grésil. Celui-ci retombe dans le nuage et, par brassage avec les gouttelettes d'eau surfondue, accroît peu à peu ses dimensions jusqu'à donner ces grêlons, heureusement exceptionnels, dont le poids peut dépasser 1 kg. Pour lutter efficacement contre les chutes de grêle, il convient donc de provoquer la rupture du tourbillonnement vertical, ainsi que la cristallisation prématurée des gouttes d'eau surfondue avant que se forment les grêlons. On emploie dans ce but des projectiles explosifs (fusée et obus paragrêle), mais l'effet produit dépend essentiellement de la précision et de l'opportunité du tir. Dans cette reconnaissance préalable des formations orageuses, l'avion est donc appelé à jouer un rôle capital, ainsi que dans la dislocation directe par envoi de bombes à retardement. Dans le département du Rhône (où, au cours des dix dernières années, la grêle a causé plus de 130 millions de dégâts), et plus particulièrement pour la protection des vignobles du Beaujolais, une organisation modèle a été réalisée par le colonel Ruby, de l'armée de l'Air, comportant des postes de guet et de tir en liaison avec l'aviation, judicieusement répartis en fonction du relief géographique du territoire ainsi équipé.

LA défense victorieuse des vignobles contre la grêle par l'aviation, voilà qui est bien français et vient d'être réalisé, aux flancs des collines du Beaujolais, au cours de deux campagnes successives (1936 et 1937), avec un succès qui ne laisse aucun doute sur la valeur scientifique de la méthode. On peut prévoir un avenir plus ou moins rapproché, dans lequel l'aviation modifiera la météorologie « agricole », sinon au gré du jardinier de La Fontaine qui obtint de Jupiter le pouvoir de faire la pluie et le beau temps à sa guise — ce qui, d'ailleurs, tourna très mal, — du moins avec assez de maîtrise pour conjurer le fléau de la mitraille céleste.

A l'épithète « agricole », dont je viens de gratifier une certaine météorologie, on pourrait substituer celles-ci : « paysanne », c'est-à-dire, finalement : « locale ». Le problème de « météorologie appliquée » — le premier du genre — qui fut posé, en l'espèce, à l'escadrille spécialisée que commande, au centre de Bron, le colonel Ruby, ce problème pratique n'a été effectivement résolu que grâce à la science des perturbations

atmosphériques considérées en fonction du relief géographique immédiatement survolé par elles. Dans leur aspect vulgaire, ces perturbations ne sont autres que les nuages dits « orageux ».

Étudions un instant la structure de ces nuages, dont la connaissance est indispensable à la compréhension de la méthode de défense contre la grêle.

La formation de la grêle par contact d'un « cumulo-nimbus » et d'un « cirro-stratus »

Dans une étude précédente (1), nous avons pris connaissance des formes d'équilibre — ciel « tigré », ciel « pommelé » — que les « perturbations ordonnées » de l'atmosphère impriment à certains nuages. Nous avons montré que ces aspects nuageux résultaient de tourbillons ascendants uniformes composés avec des vents latéraux non moins uniformes. Le nuage orageux nous met en présence de l'état rigoureusement contraire de cet équilibre ordonné. Bref, nous abordons l'autre classe des perturbations atmosphé-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 245, page 348.

riques : les « perturbations désordonnées ».

La science météorologique connaît aujourd'hui, avec assez de certitude, leur *dynamique interne, particulière*.

Voici un gros nuage sombre qui s'avance, en bouillonnant majestueusement depuis une altitude de base de quelques hectomètres jusqu'à un niveau supérieur de plusieurs kilomètres. C'est un *cumulo-nimbus*, le prototype du nuage orageux. L'avion peut aujourd'hui l'explorer, mais avec prudence, car le *cumulo-nimbus* représente pour lui sinon l'écueil du ciel, du moins quelque chose comme ces gouffres légendaires, Charybde, Scylla, le Maelstrom, terreur des navires antiques. Avec beaucoup plus de certitude, le *cumulo-nimbus* est capable de happer l'aéronef et de lui rompre les ailes dans le tourbillonnement de ses puissants courants intérieurs — courants dont le rôle est capital, verrons-nous, dans la formation de la grêle.

Le *cumulo-nimbus* peut n'apporter que la pluie. A lui seul, il n'est d'ailleurs pas suffisant pour fournir la grêle. Il n'est qu'un des agents de sa formation. L'autre agent est toujours un second nuage, de l'espèce, précisément, des « perturbations ordonnées », à développement horizontal : le *cirro-stratus* qui plane à très haute altitude dans le calme. Il est constitué par de fines aiguilles de glace flottant en « brouillard ».

Le *cumulo-nimbus* nécessite, pour se former, l'existence d'un fort gradient thermique vertical ; autrement dit, l'existence d'une température élevée près du sol, qui diminue rapidement avec l'altitude. Cette condition a pour conséquence immédiate de provoquer l'ascension rapide de grandes masses d'air chaudes voisines du

sol jusqu'aux régions glacées supérieures.

Nous verrons quelles causes peuvent amener la formation de ce gradient de température et que les *causes géographiques* sont de beaucoup les plus aptes à provoquer la formation de la grêle.

Quoi qu'il en soit, la perturbation verticale entraîne vers le haut l'humidité chaude des régions inférieures. La vapeur d'eau, parvenue aux régions froides, se condense en brouillard et c'est là que se forme la base du nuage. L'ascension continuant, la condensation s'accroît :

les gouttelettes grossissent. Parvenues à certaine hauteur, elles rencontrent le « point thermométrique zéro ». Au-dessus, c'est l'altitude glaciale. Et les gouttes, brassées par le courant, continuant de monter, se refroidissent encore sans quitter l'état liquide. Elles sont alors dans l'état bien connu de « surfusion ». Qu'une petite aiguille de glace vienne à toucher l'une d'elles, aussitôt

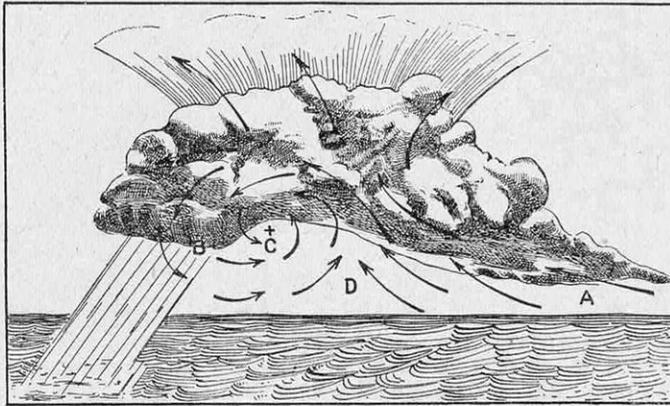


FIG. 1. — LA THÉORIE DYNAMIQUE DU CUMULO-NIMBUS, D'APRÈS LE MÉTÉOROLOGISTE FRANÇAIS ANGOT

Les nuages se forment par l'ascension des vapeurs chaudes dans le sens des flèches A D. La condensation commence à la base des nuages, elle se continue vers le sommet comme l'indiquent les flèches supérieures ; il se forme un tourbillon d'axe horizontal (l'axe est ici perpendiculaire au plan de la figure au point C). L'eau condensée surfondue, entraînée par les courants supérieurs qui touchent le *cirro-stratus* (composé de fines aiguilles de glace et qui prend ici l'aspect d'une enclume), se congèle en grésil. Ce grésil retombe, tourne dans le tourbillon et y grossit jusqu'à ce que, devenu assez pesant, il tombe en grêle à l'avant du nuage d'où il s'échappe comme d'une fronde.

la goutte liquide se transforme en grésil.

Or, précisément, si l'ascension se prolonge, si le *cumulo-nimbus* se gonfle, en cheminée, jusqu'à toucher de son plafond, vers 8 à 10 000 m, la base d'un *cirro-stratus*, le phénomène est immédiat. Les gouttelettes retombent en « grésil ».

Le grésil, c'est déjà « de la grêle », mais non encore celle dont les grêlons atteignent parfois 10 g, 100 g, 1 kg !

Nous allons assister à la formation de ces projectiles si redoutés des agriculteurs.

L'accroissement des grêlons au sein du nuage qui les malaxe

Le grésil retombe donc de l'extrême sommet du *cumulo-nimbus* à travers la masse nuageuse. Mais, au cours de sa chute,

il rencontre des gouttelettes *surfondues* en train de monter. Il leur communique le secret de glaciation qu'il tient lui-même des microcristaux du cirro-stratus et les agrège à lui. Le grain de fin grésil est en train de devenir grêlon.

Mais sa chute n'est pas définitive. Parvenu dans les régions plus basses du cumulo-nimbus, il est encore assez léger pour que le vent tourbillonnaire le remporte vers les

on polit les billes de roulement jusqu'à sphéricité parfaite. C'est que le malaxage est ici « aérien ». Les bulles d'air contenues dans l'eau surfondue demeurent occluses dans les couches successivement congelées. En sorte que le grêlon n'est pas transparent, mais blanchâtre. En outre, il est loin de posséder la densité de l'eau ; quelquefois, il pèse *moitié moins* que l'eau, ce qui rend plus aisée la prolongation de son tourbillonnement infernal.

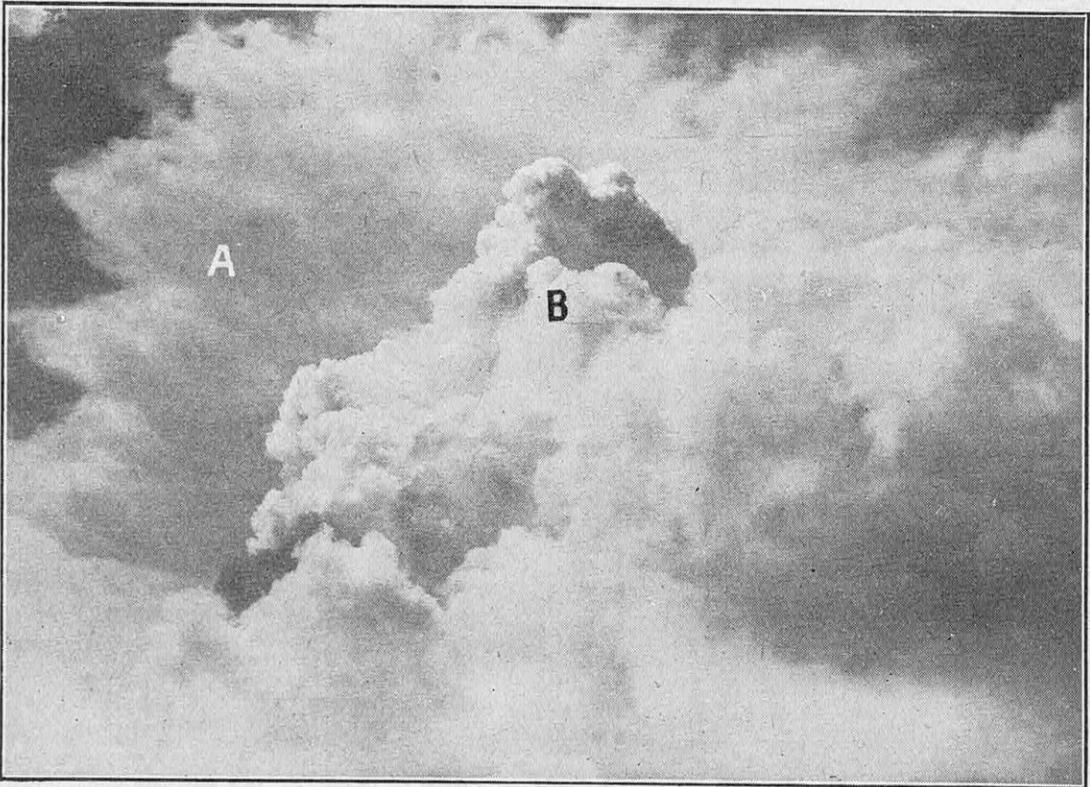


FIG. 2. — PHOTOGRAPHIE D'UN CIRRO-STRATUS ET D'UN CUMULO-NIMBUS PRISE PAR L'ÉQUIPE DU COLONEL RUBY ET MONTRANT LA RÉALISATION SUR LE VIF DU SCHÉMA PRÉCÉDENT A, cirro-stratus formé d'aiguilles de glace (-30°); B, cumulo-nimbus (gouttes d'eau en surfusion).

hauts sommets. La base du cumulo-nimbus est, en effet, malaxée par un tourbillon d'axe horizontal (voir le schéma fig. 1) de grande violence. D'une violence telle qu'avant de pouvoir échapper à son tournoiement (par la chute définitive vers le sol), le grêlon doit grossir encore, c'est-à-dire remonter dans la pluie *surfondue* et s'agréger toujours davantage de ces gouttes. Il les cristallise à sa périphérie, en couches successives qui lui donnent, *en coupe*, l'aspect d'une perle.

Pas exactement, toutefois. La boulette de glace est polarisée sur son centre (aiguilles convergentes) et n'est jamais parfaitement ronde, malgré le malaxage qui la procrée à la manière de ces bluteries dans lesquelles

En somme, sa vitesse-limite est assez faible. Qu'est-ce dire ?

Tout corps pesant, lâché dans l'atmosphère, tombe suivant une loi fonction de sa résistance à l'avancement, résistance qui dépend à son tour de la *densité* du corps, de la *surface* qu'il offre au milieu résistant (ici l'air) et finalement de la *densité de ce milieu* (1). Un courant d'air emporte donc le grêlon d'autant plus aisément que celui-ci est moins dense et de forme plus irrégulière. Le courant d'air *inférieur*, dense, s'oppose d'autre part à la chute, mieux que l'air

(1) La vitesse de chute, d'abord croissante, devient uniforme au bout d'un certain temps et atteint sa valeur limite, variable selon les conditions.

moins dense des sommets du nuage, ce qui facilite la remontée. Tant et si bien que l'accélération gravifique d'un grêlon ne peut vaincre un vent ascendant de 10 m/s (36 km/h) qui suffit pour soutenir un grêlon de 5 mm. Un vent de 75 m/s (270 km/h) soutient un grêlon de 20 mm. Si l'on songe qu'un aviateur équipé, sautant de sa carlingue, voit sa chute neutralisée par un vent de 200 km/h, il ne faut pas s'étonner que des vents supérieurs à 100 km/h puissent soutenir des grêlons de 1 kg.

Or, des vents de cette intensité peuvent exister au sein d'un cumulo-nimbus.

Les causes, météorologique et géographique, qui engendrent les cumulo-nimbus porteurs de grêle

Certaines théories font intervenir l'électricité dans la formation de la grêle. Électrisées négativement quand elles quittent la base du cumulo-nimbus, les gouttelettes d'eau transportent leur électricité négative jusqu'au cirro-stratus dont les aiguilles cristallines sont chargées positivement.

Certaines régions à émanations « radioactives » posséderaient, dans l'atmosphère qui les domine, un excès d'ions négatifs qui favoriserait encore, par vent ascendant, le phénomène d'agglutination de l'eau surfondu qui, dans sa retombée, se trouve chargée positivement après son contact avec le cirrus. En sorte que la constitution géologique du sol ne serait pas étrangère à la formation des orages de grêle.

Sans entrer dans ces vues (nullement confirmées à l'heure présente), on peut classer les causes de formation des cumulo-nimbus de grêle, avec le colonel Ruby, en deux catégories bien distinctes suivant l'origine même du gradient de température que nous avons montré présider toujours à cette formation.

L'une de ces deux causes peut être le passage d'une dépression barométrique. Encore faut-il distinguer : s'il s'agit d'une dépression assez large, le cumulo-nimbus se forme dans sa « traîne » juste au moment où elle va se résorber, sans laisser aux courants verticaux le temps de s'amorcer dans un cumulo-nimbus important. Si, au contraire, la dépression provient d'un « système orageux » marqué (baisse du baromètre en « crochet », comme au passage d'un cyclone), le cumulo-nimbus qui se forme est très dangereux. Le phénomène se produit, effectivement, en été, après une période de fortes chaleurs qui échelonnent le gradient de température depuis, mettons 35° au sol, jus-

qu'au zéro, reporté à très haute altitude (3 500 m, ou plus). Le voile de cirro-stratus descend, de son côté, comme pour venir au-devant du cumulo-nimbus. Et celui-ci s'évase par le haut sous forme d'une « enclume » qui soude les deux espèces de nuages. La grêle est, alors, inévitable.

La seconde cause de formation du néfaste gradient thermométrique peut être géographique. Voici l'exposé théorique d'après le colonel Ruby : « Au milieu d'une région humide, une partie aride fournit ipso facto une atmosphère de chaleur spécifique plus faible que la région environnante, et s'échauffant plus vite. Supposons que cette partie aride soit exposée sur les flancs d'une chaîne de montagnes, face au sud-ouest, de manière à recevoir normalement les rayons les plus chauds de l'après-midi. Il se produira un courant ascendant qui entraîne l'air humide environnant et forme un nuage local. Supposons qu'un courant chaud et humide du sud-ouest vienne rencontrer cette chaîne. Il la gravit, ajoutant son ascendance dynamique à l'ascendance thermique déjà exposée. Or, cette ascendance dynamique, parfois très élevée, peut atteindre quatre et cinq fois la hauteur de la crête. Et voilà assuré le transport massif d'air chaud et humide du sol vers l'altitude glacée.

Le cumulo-nimbus, entraîné par le vent qui l'a formé, se dissout dès que ce vent faiblit en ascendance, sur l'autre versant de la montagne, par exemple. Mais auparavant, il a formé et lâché sa grêle !

Si le cirro-stratus nécessaire à la cristallisation n'existe pas, le cumulo-nimbus se charge de le former lui-même, dans sa période d'ascension exaspérée.

Ainsi, explique le colonel Ruby, on comprend que ces nuages de grêle « prennent naissance dans des régions bien déterminées, se forment rapidement, passent presque toujours par les mêmes itinéraires. Ils apparaissent dans les heures les plus chaudes de l'après-midi, sont peu étendus en largeur et s'éloignent peu de leur lieu de formation ».

Tel est le processus ordinaire des orages de grêle dans la région du Beaujolais.

Mais la théorie n'est pas exclusive à cette contrée. Le Bordelais, par exemple, n'a pas de montagnes ; cependant, il est trop souvent saccagé par la grêle. L'explication est aisée. C'est la côte qui tient lieu de crête montagneuse relativement au vent chaud et humide venant du large. Les masses d'air successives déferlent littéralement sur les aspérités du sol et s'accumulent en se superposant. Le courant ascendant et le gradient

thermométrique se trouvent, là aussi, réalisés ensemble pour la formation du nuage de grêle.

Le rôle de l'aviation dans l'étude et la surveillance des nuages de grêle

Il faudrait, pour être complet, préciser bien des points, notamment l'ordre de formation des cirro-stratus et des cumulo-nimbus. Tantôt, c'est celui-là qui apparaît d'abord (dans l'orage dont la cause est la dépression générale), et tantôt, c'est celui-ci (orages locaux). Tantôt, le cirro-stratus se forme par abaissement lent d'un cirrus plus élevé, et tantôt, par élévation d'un alto-stratus(1).

Quoi qu'il en soit, dès à présent, les aviateurs spécialisés dans cette mission savent distinguer aisément le nuage simplement orageux de celui qui renferme la grêle.

Les études du nuage se font en explorant son pourtour de tous côtés, en le traversant au cours de son évolution avant qu'il ne devienne trop dangereux et, au moment du déclenchement de l'orage, en s'approchant le plus possible pour observer le phénomène.

Les données acquises sont désormais très nettes : la base du cumulo-nimbus de grêle, toujours sombre et horizontale, de teinte gris jaunâtre, varie d'altitude suivant le relief

du sol entre 500 m et 1 500 m pour s'élever à 5 000, 6 000 et 8 000 m. Le sommet du cumulo-nimbus, en forme de chou-fleur, est toujours collé au cirro-stratus par une zone floue. La formation du grésil dans cette zone a été vérifiée *de visu*. Grâce à l'aviation, l'ennemi est donc connu dans ses moindres détails de structure et de comportement.

Comment l'attaquer, et le mettre hors d'état de nuire?

La théorie, vieille de quarante ans, qui prétend empêcher la formation de la grêle en disloquant le nuage par fusées explosives, cette théorie est certainement juste, mais

scientifiquement incomplète, et jusqu'ici appliquée au petit bonheur.

Une forte explosion produite à l'intérieur du cumulo-nimbus est efficace, encore que ce ne soit pas de la façon que le croyait, par exemple, en 1900, l'un des promoteurs des tirs para-grêle : le doc-

teur Vidal. L'explosion « rompt » bien, en partie, les tourbillons internes du nuage à la manière dont les navires disloquent une trombe marine d'un coup de canon bien ajusté, mais elle a un autre effet qui semble plus important : celui de secouer les gouttelettes d'eau « surfondue » et de provoquer ainsi une cristallisation, inoffensive parce que prématurée, en grésil qui, la plupart du temps, n'arrive pas au sol. Il fond avant de le toucher.

Si l'état de surfusion n'est pas encore

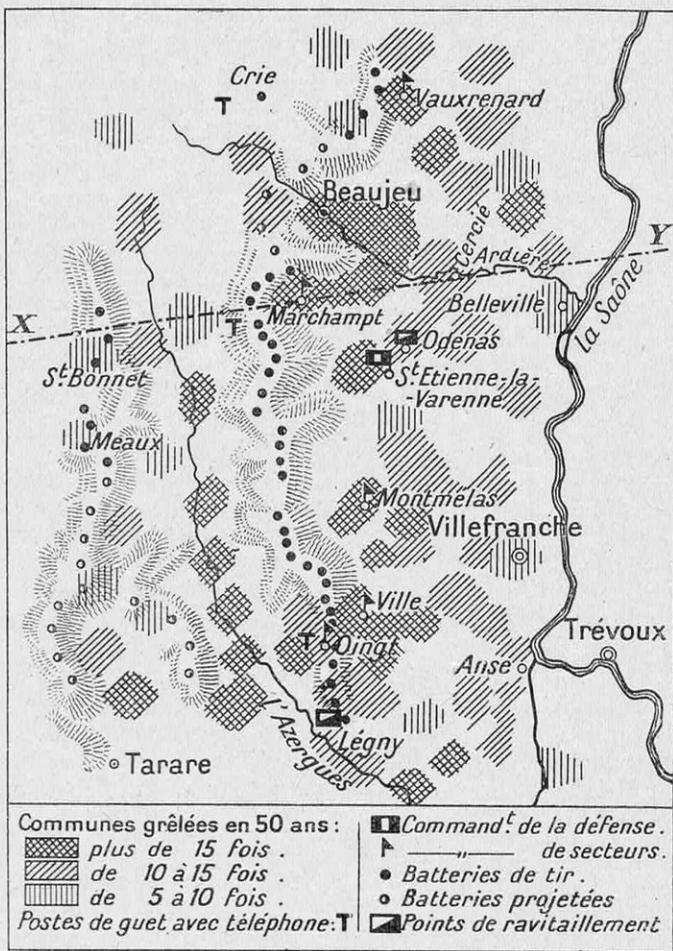


FIG. 3. — CARTE DES OPÉRATIONS DE LA LUTTE CONTRE LA GRÊLE PRATIQUEE EN 1936-1937 DANS LE BEAUJOLAIS La ligne marquée X-Y est celle suivant laquelle le terrain est supposé coupé dans les schémas détaillés des pages suivantes.

(1) Le « cirro-stratus » vient, dans la classification nuageuse, au-dessous du cirrus, et l'« alto-stratus » au-dessus du nimbus.

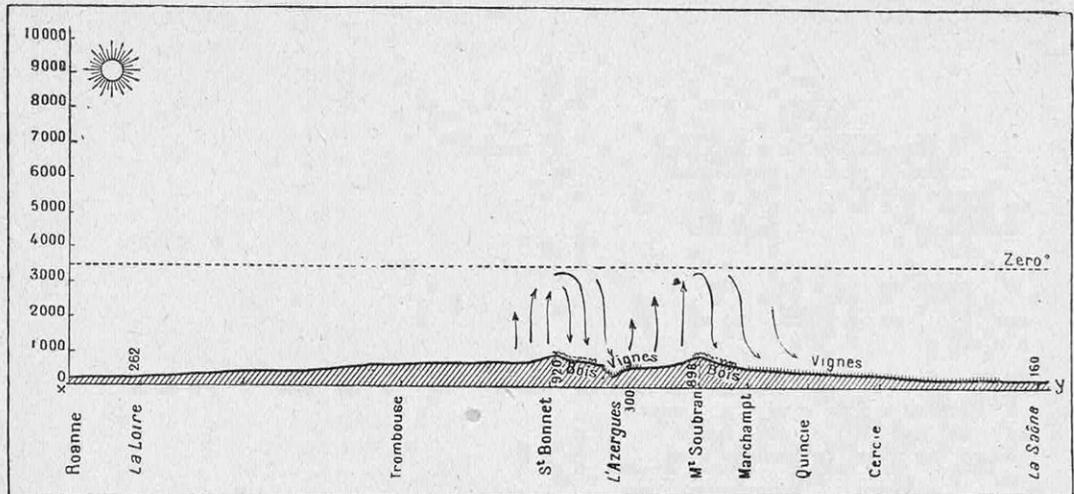


FIG. 4. — LES MOUVEMENTS ASCENDANTS DE L'AIR CHAUD ET HUMIDE PAR UNE BELLE JOURNÉE D'ÉTÉ, VERS 15 HEURES, SUR LES MONTS DU BEAUJOLAIS

Ces courants ascendants se font sentir jusqu'à l'altitude de 3 000 m. Le zéro thermométrique se trouvant aux environs de 3 500 m, ces courants peuvent suffire à former un cumulo-nimbus local.

atteint, la secousse explosive provoque la condensation encore plus inoffensive, à forme pluvieuse.

Mais la bévue scientifique touchant l'effet de l'explosion serait sans importance si le tir était bien appliqué. Or, dans les conditions où opèrent d'ordinaire les organisations paysannes pour le tir des fusées, on peut dire que, sur 1 000 projectiles, il n'en est peut-être qu'un seul qui touche le but en son point névralgique.

La rupture du tourbillonnement vertical peut cependant être obtenue à la condition

que celui-ci soit bien repéré — car il est toujours de faible étendue — 2 km de large, au plus. (Ce qui explique comment les ravages de la grêle *tracent* une bande véritablement géométrique sur le terrain.) Or, comment des artilleurs de village tirant au jugé, sans même savoir s'il s'agit réellement d'un *nuage de grêle*, pourraient-ils ne pas jeter leur poudre aux moineaux ? Le courant descendant est, d'autre part, un véritable courant de projection qui *lance* les grêlons vers le sol, accroissant la force vive due à leur pesanteur au moment où ils s'échappent

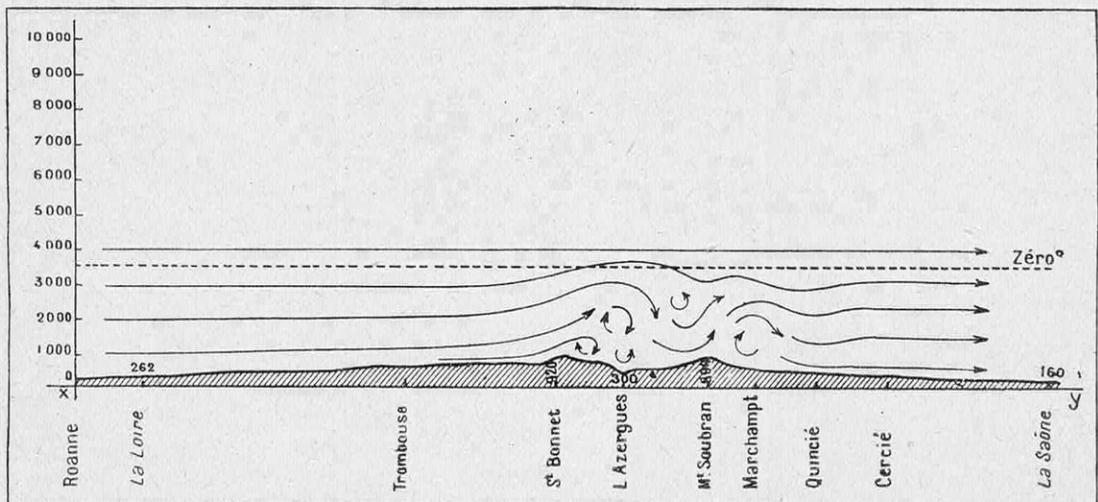


FIG. 5. — AUTRES MOUVEMENTS AÉRIENS ASCENDANTS DUS, CETTE FOIS, AUX COURANTS DYNAMIQUES HORIZONTAUX RÉGNANT DANS LA RÉGION DU BEAUJOLAIS

Les vents d'ouest heurtant les monts du Beaujolais sont défectés jusqu'à 5 fois la hauteur de ces monts, soit à 4 000 m et plus. Ils dépassent donc nettement le zéro thermométrique.

par la tangente. Coupez le courant ascendant, le grésil retombera sans grossir. Coupez le courant descendant et les grêlons déjà formés seront déviés vers la branche montante où ils fondront dans la pluie déjà provoquée par la rupture de cette dernière.

Un troisième moyen de protection serait de neutraliser la *cause électrique* de formation de la grêle, — si tant est qu'elle en vaille la peine au regard des deux causes principales, thermique et dynamique, que vise le tir explosif.

Telle est la tactique à employer.

Voici maintenant le rôle de l'aviation.

Les fusées paragrêle modernes capables de porter 300 g de cheddite, éclatant vers 2 000 m d'altitude, doivent influencer la surfusion de zones situées entre 3 000 m et 3 500 m. Mais il faut les tirer à temps et les bien pointer. L'explosion des fusées intervient d'ailleurs électriquement, par ionisation de l'atmosphère.

Quoi qu'il en soit, en utilisant au mieux les engins existants, fusées et canons, mais au lieu de les laisser tirer en ordre dispersé sur l'ensemble du territoire vinicole, l'équipe dirigée par le colonel Ruby a concentré les postes de tir sur deux lignes comprenant

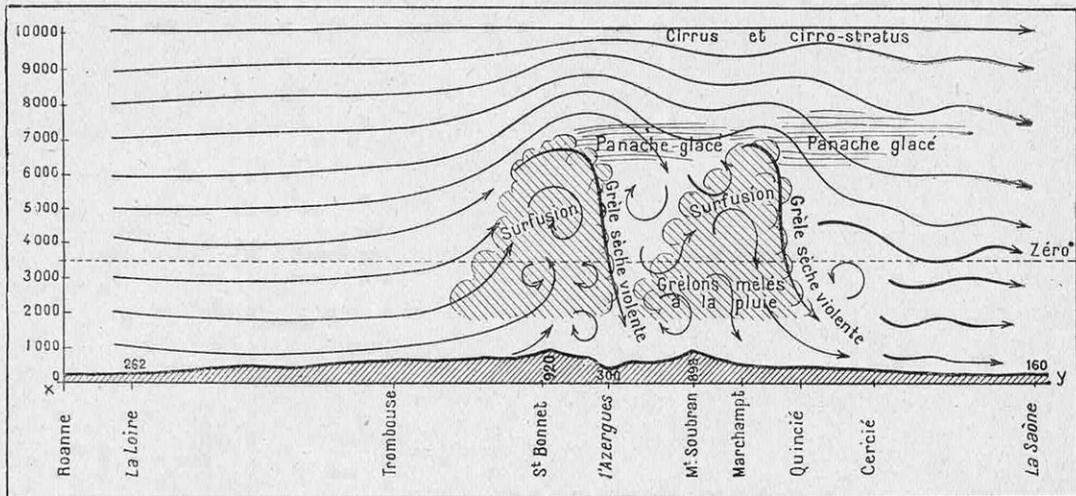


FIG. 6. — COMMENT LES DEUX EFFETS PRÉCÉDENTS (ASCENDANCE THERMIQUE ET ASCENDANCE DYNAMIQUE) PEUVENT SE COMPOSER DANS UN ORAGE TOUJOURS IMAGINÉ DANS LA MÊME RÉGION (COUPE X-Y DU TERRAIN DE LA CARTE FIGURE 3)

Exactement comme à la guerre, elle intervient soit en éclaireuse du tir, soit pour bombarder elle-même, c'est-à-dire : ou bien pour repérer les nuages à disloquer sur leurs zones dangereuses ; ou bien pour les disloquer elle-même, par l'envoi de bombes dont le retardement sera bien calculé relativement à l'altitude.

L'organisation de la défense : postes de tir en liaison avec l'aviation et l'O. N. M.

L'artillerie située au sol et tirant sur les indications de l'avion de reconnaissance doit être établie très spécialement. L'artillerie de guerre, D. C. A. par exemple, serait, certes, la plus efficace, mais le retour au sol des culots et des fusées d'obus, acceptable pour des buts de défense militaire, ne l'est plus dans la défense contre la grêle, à cause du danger que ces chutes représentent pour la population campagnarde.

soixante postes ou batteries de tir. En outre, des batteries mobiles sur autos peuvent se porter rapidement aux points menacés.

Toute la défense à terre est organisée militairement en secteurs, sous un commandement unique, avec postes de guet sur les hauteurs et liaison téléphonique avec l'O. N. M. de Bron.

La carte ci-jointe (fig. 3) indique ces dispositifs de défense.

Les résultats obtenus

Les premiers essais eurent lieu en 1936, dans la région de Marchampt. « Dix orages ont été attaqués ; aucune grêle n'a franchi la ligne de barrage et toutes les cultures ont été protégées ». Six cents fusées ont suffi, sur une ligne de 10 km.

Devant ce résultat, la protection fut étendue à l'ensemble du département du Rhône. En 1937, les résultats se sont révélés tout aussi probants. En particulier, l'orage

très violent du 30 juillet a ravagé les communes malheureusement situées en avant de la ligne de barrage. Pour toutes les communes situées en arrière, la protection s'est révélée entière.

Sur 36 orages observés de mai à fin septembre, 14 portaient de la grêle. Ils ont été attaqués avec 2 500 fusées consommées sur un secteur de 25 km. Aucune grêle n'est tombée à l'intérieur des lignes.

Les critiques de tels essais sont évidemment aisées. Supposez un seul échec sur dix « batailles » contre la grêle, on dira que les neuf orages combattus « ne portaient que de la pluie » ! Très simple. C'est qu'il est extrêmement difficile d'apporter la preuve *d'un désastre évité*.

Les conclusions du directeur de ces essais, le colonel Ruby, sont néanmoins fort nettes : il faut les continuer et les étendre, à tout

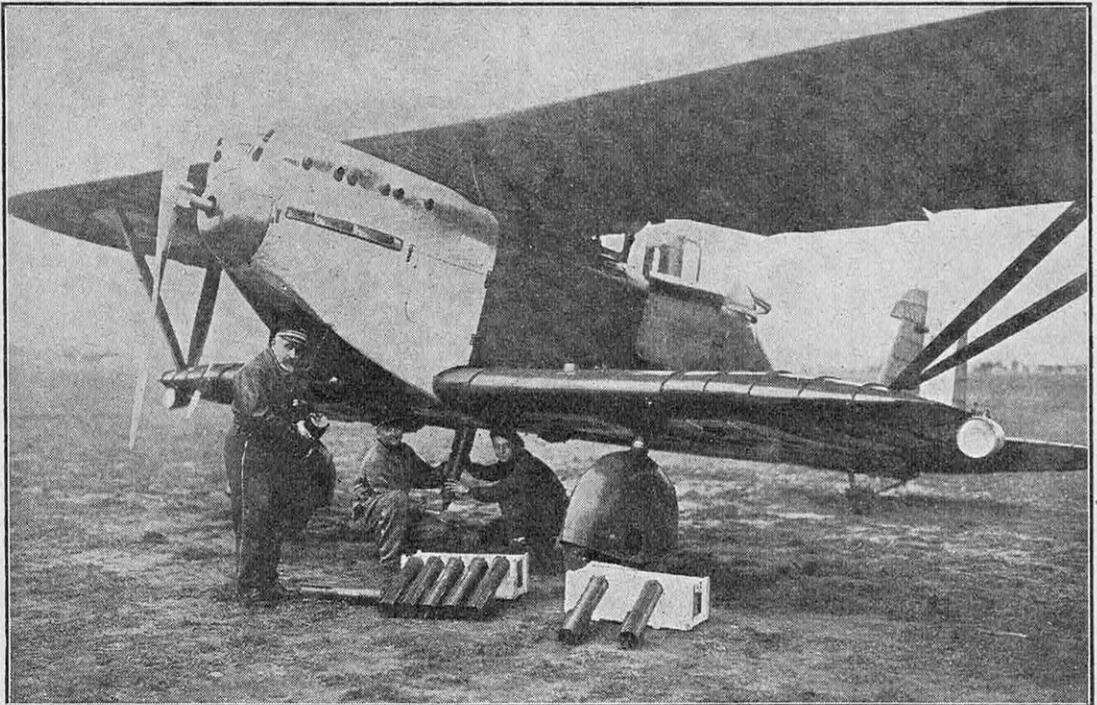


FIG. 7. — L'AVION « BRÉGUET-27 » DU COLONEL RUBY (CENTRE DE BRON, PRÈS LYON) QUI A SERVI AUX ÉTUDES MÉTÉOROLOGIQUES DE LA RÉGION ET A LA LUTTE CONTRE LA GRÊLE. On assiste au chargement des bombes paragrêle à bord en vue de l'attaque directe d'un nuage à grêle.

La campagne 1937 a vu les premiers essais de bombardement par avion. Les nuages porteurs de grêle ont été *survolés* et attaqués à la bombe, comme nous venons de dire. L'avion vérifie, par des thermomètres de mât, la température au sommet du cumulonimbus et peut délimiter la zone en surfusion. Il recherche les *bancs* nuageux qui révèlent les plus forts courants ascendants. Les bombes qu'il lance alors, à bon escient, sont chargées de 2 à 3 kg de cheddite (la charge de dix fusées) éclatant à 300 ou 400 m au-dessous de lui. Cette méthode a visiblement participé à l'arrêt de l'orage du 30 juillet.

prix. En dix ans, le seul département du Rhône a subi 133 millions de dégâts par la grêle. Si l'on consacre seulement 2 millions à ces recherches, ne fût-ce que pour détourner la moitié de ces dégâts, l'opération n'est-elle pas une bonne affaire ?

Et, rappelons-le du point de vue de la science pure, le contact de l'aviation avec les nuages ne peut que servir la météorologie. Il ne faut pas que l'avion perde jamais plus son contact offensif avec le nuage, son ennemi personnel s'il en fut et qu'il doit apprendre à connaître de fond en comble.

CHARLES BRACHET.

POUR RÉSOUDRE LES PROBLÈMES DU GRAISSAGE, LA PHYSIQUE MOLECULAIRE SUBSTITUE L'EXPÉRIMENTATION SCIENTIFIQUE A L'EMPIRISME TECHNOLOGIQUE

Par J.-J. TRILLAT

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE BESANÇON

Chacun sait qu'au contact de deux pièces mécaniques en mouvement l'une par rapport à l'autre, des forces de frottement se manifestent, qui ont pour conséquence une usure plus ou moins rapide des surfaces et aussi une résistance, plus ou moins grande, au mouvement. La lubrification rationnelle tend précisément à réduire au minimum cette usure et cette résistance. Elle présente, pour l'industrie en général, une importance capitale. Le graissage par « film liquide », avec une couche liquide relativement épaisse (1), relève de l'hydrodynamique (cas des machines tournant à grande vitesse) ; au contraire, celui par « film moléculaire » (graissage dit « imparfait ») fait intervenir les propriétés moléculaires du lubrifiant, connues sous le nom d'onctuosité et aussi l'état superficiel des métaux en présence. Le degré de polissage, l'oxydation, etc., jouent en effet un rôle très net dans la fixation et l'orientation des molécules actives d'huile ; en particulier, la présence d'une couche superficielle de graphite colloïdal permet une meilleure extension du lubrifiant. C'est à l'étude de la constitution de la molécule des corps gras et de l'orientation moléculaire poursuivie par de savants chercheurs dans les laboratoires de physique moléculaire à l'aide des nouvelles techniques, — précises et précieuses, — telles que la diffraction des rayons X (2) ou des électrons (3), que nous devons ces nouvelles conceptions scientifiques qui, de par leurs applications, contribuent — largement — au progrès mécanique en améliorant notamment le rendement, en augmentant la durée des machines, etc.

LORSQU'ON interpose une couche d'huile de graissage entre deux surfaces métalliques, deux cas doivent être envisagés.

Dans le premier cas, la couche liquide est relativement épaisse et le déplacement d'une des surfaces par rapport à l'autre peut être obtenu par application d'une force infiniment petite : on dit alors que l'on a affaire au graissage par *film liquide*, ou encore au *frottement fluide*. Ce cas de graissage — que l'on trouve fréquemment dans la pratique, par exemple dans le graissage des machines tournant à grande allure (turbines) — relève de l'hydrodynamique des fluides et a donné lieu à d'importants travaux dus à Sommerfeld, Petrov, Reynolds, M. Brillouin, Brillié, etc. L'huile joue ici un double rôle : diminution du

coefficient de frottement et évacuation des calories grâce à une circulation forcée.

Le deuxième cas s'appelle « graissage-limite », ou encore *graissage par film moléculaire*. Dans ce cas, la couche d'huile lubrifiante n'a que quelques molécules d'épaisseur et, pour faire glisser l'une des surfaces sur l'autre, il est nécessaire de lui appliquer une force mesurable. La plupart du temps, c'est ce mode de graissage imparfait qui intervient, dans lequel il est difficile d'obtenir la formation d'une pellicule continue ; c'est ainsi que la vitesse varie beaucoup au départ d'une machine, que la charge varie à la mise en place d'une courroie, que la viscosité varie avec la température, que les paliers s'usent, etc. ; ces circonstances font que les surfaces se trouvent dans un état de lubrification imparfaite, auquel correspondent des coefficients de frottement variables et compris entre 0,01 et 0,1. Le graissage-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 171, page 205.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 239, page 358.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 235, page 34.

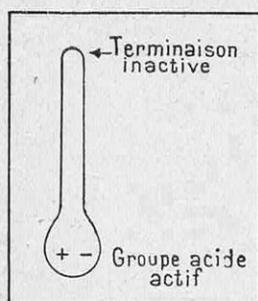


FIG. 1. — FORME SCHEMATIQUE D'UNE MOLECULE D'ACIDE GRAS

limite joue souvent le rôle principal, par exemple dans le cas des engrenages ou dans le cas de l'emploi des graisses. On peut donc considérer que ce mode de graissage a dans la pratique une importance considérable.

Il n'y a pas de lois bien définies régissant la lubrification des surfaces semi-lubrifiées. La résistance au frottement est, en effet, constituée en partie de frottement solide (sec) et en partie de frottement fluide ; plus le frottement solide prédomine, plus la propriété connue sous le nom d'*onctuosité* (que nous préciserons tout à l'heure) acquiert de l'importance et moins la viscosité de l'huile intervient. Le but de la lubrification des surfaces de ce genre est de réaliser le meilleur compromis entre la réduction de l'usure et la diminution du frottement fluide. Lorsqu'on se trouve dans les conditions d'une faible pression et d'une grande vitesse, la réduction du frottement fluide est, d'ordinaire, le facteur le plus important à considérer, et il y a lieu d'utiliser des huiles de faible viscosité et de grande onctuosité, tandis que s'il s'agit de fortes pressions et de vitesses faibles, c'est à la réduction de l'usure qu'il faut s'attacher. Il y aura alors lieu d'utiliser des huiles visqueuses d'une grande onctuosité.

Le cas de graissage-limite (ou graissage imparfait), faisant intervenir des questions d'adhérence, de structure et d'orientation moléculaires, est donc celui qui est le plus susceptible de nous éclairer sur la nature même des phénomènes de lubrification ; c'est aussi celui qui, depuis quelques années, a été le plus étudié au point de vue théorique et pratique. Je chercherai donc à relier les propriétés d'onctuosité des huiles avec des phénomènes moléculaires mis en évidence par des méthodes physiques et physico-chimiques, et à définir plus exactement la question du frottement avec couche moléculaire lubrifiante, pour en déduire les relations avec le problème pratique du graissage.

La structure du film-limite

Prenons deux disques métalliques à surface rigoureusement plane, suspendus à des fils métalliques et complètement immergés

dans un bain d'huile, et supposons que nous approchions les deux disques de façon à ne laisser entre eux qu'une mince couche d'huile correspondant encore au régime du graissage par film fluide.

L'écartement minimum des deux disques, pour obtenir ce résultat, est voisin de 1/100 mm, soit plusieurs centaines d'épaisseurs moléculaires.

Examinons de plus près la couche d'huile séparant les deux disques ; au sein de la couche, les molécules peuvent se mouvoir librement, comme au sein d'une masse liquide quelconque. Ces déplacements n'obéissent à aucune loi définie et sont uniquement dus aux effets de la température. Si l'on cherche à faire glisser un des plans sur l'autre, on sent une résistance, exactement comme lorsque l'on cherche à mouvoir un aviron dans l'eau.

Cette résistance est due au frottement fluide et dépend de la viscosité de l'huile. Ce qu'il importe de noter, c'est que la force nécessaire pour provoquer ce mouvement est proportionnelle à la vitesse avec laquelle se déplace le disque mobile. Pour une vitesse infiniment petite, la force nécessaire est infiniment petite ; il n'y a pas de frottement *statique*, mais uniquement du frottement *visqueux*.

Supposons maintenant que nos disques s'approchent graduellement l'un de l'autre, et que leur distance soit réduite à une valeur aussi faible que l'on voudra. Il est évident que lorsque le film deviendra très mince, il faudra de plus en plus de temps à l'huile encore libre pour s'échapper d'entre les plans métalliques. Toutefois, l'écoulement de l'huile comprise entre les plans ne continuera plus indéfiniment ; il s'arrêtera au moment où la couche d'huile aura atteint une épaisseur variant avec sa qualité, et qui est de l'ordre d'une dizaine de molécules (environ 0 μ 03). Nous arrivons ainsi dans la zone du « film-limite », zone dans laquelle apparaissent des phénomènes entièrement nouveaux. En particulier, nous ne pouvons plus amorcer le glissement d'un des plans sur l'autre

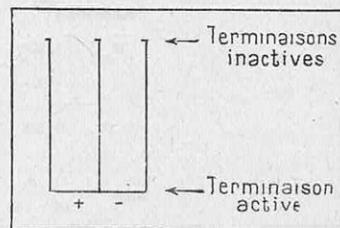


FIG. 2. — FORME SCHEMATIQUE D'UNE MOLECULE DE TRIGLYCERIDE

Les triglycérides sont les constituants des huiles d'origine végétale ou animale.

sans lui appliquer une certaine force, de valeur bien définie ; en d'autres termes, il y a maintenant un *coefficient de frottement statique*, de valeur exactement mesurable.

Si nous cherchons à connaître les causes de ce changement dans le comportement du film, nous devons faire appel à des expériences extrêmement délicates et mettant en œuvre des techniques variées, comme la diffraction des rayons X ou des électrons (1), la mesure des coefficients de frottement dans le stade onctueux, des mesures d'adsorption. J'en parlerai plus loin ; pour l'instant, je dirai que, dans cette couche très mince, les molécules ne sont plus libres de se mouvoir au hasard, mais qu'elles sont, en quelque sorte, liées ou fixées plus ou moins sur les surfaces métalliques, et c'est là l'origine de l'onctuosité.

Quand on cherche à déloger ces molécules, elles résistent à l'effort, et il est impossible de faire glisser l'un des plans sur l'autre sans dépense d'énergie mécanique. On constate que, dans la zone du film-limite, le coefficient de frottement statique — et ceci est très important — varie avec le type de molécules constituant la couche grasse.

Qu'est-ce que l'onctuosité ?

Il convient, avant tout, de souligner que l'onctuosité n'est pas une propriété intrinsèque de l'huile seule, mais bien plutôt une *propriété afférente à l'interface* formée par l'huile avec le métal ou tout autre corps solide. La nature des métaux constituant les deux surfaces et le type moléculaire de la couche d'huile qui les sépare influent tous deux sur la résistance opposée à l'effort, autrement dit sur le coefficient de frottement statique.

Le facteur le plus important dans l'étude de l'onctuosité est probablement le fait que les molécules d'huile se placent dans une direction bien définie quand elles se trouvent

très près ou au contact d'une surface métallique. On traduit ce fait en disant qu'elles s'orientent.

Mais toutes les molécules ne sont pas également susceptibles de s'orienter. On a montré, depuis quelques années, que certaines molécules sont constituées de charges positives et négatives en nombre égal (de sorte que l'ensemble est électriquement neutre), mais qui ne sont pas distribuées symétriquement ; on dit que ces molécules

possèdent un *moment électrique permanent*, et on peut, très grossièrement, les comparer à de petits aimants ; ce moment est, en quelque sorte, une mesure de la dissymétrie moléculaire.

Par exemple, une molécule d'acide gras (acide stéarique ou oléique) affecte la forme d'un bâtonnet allongé, terminé par un renflement qui contient la partie acide et aussi la charge électrique non équilibrée (fig. 1) ; cette extrémité constitue l'extrémité « active » de la molécule. Il en est de même pour la catégorie des triglycérides, qui sont les constituants des huiles végétales

ou animales ; la molécule de ces corps affecte la forme d'un portemanteau à trois patères, et la charge non équilibrée est localisée dans la partie qui relie les patères (fig. 2).

Il résulte de cette structure particulière que ces molécules à moment électrique permanent auront tendance à s'associer, à se grouper bout à bout, un peu comme le feraient de petits aimants.

D'autre part, les atomes qui constituent la surface de portage d'un palier, par exemple, se comportent aussi comme s'ils portaient de minuscules charges électriques : l'effet global est celui d'un champ de forces qui s'étend à une *très petite distance* de la surface. Les extrémités actives des molécules qui se trouveront dans ce champ de forces seront donc *attirées* par le métal, et formeront une première couche, dans laquelle les molé-

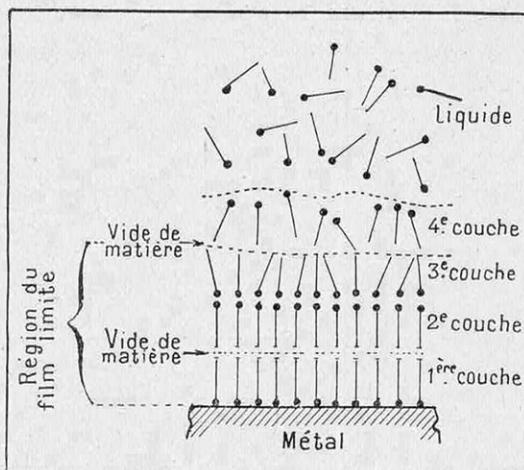


FIG. 3. — COMMENT S'ORIENTENT LES MOLÉCULES D'ACIDES GRAS AU VOISINAGE D'UNE SURFACE MÉTALLIQUE

Les molécules dressées perpendiculairement à la surface du métal constituent des couches successives, tant que le champ électromagnétique rayonné par le métal conserve une valeur suffisante. La couche limite ainsi stratifiée n'a pas plus de quelques cent-millièmes de mm d'épaisseur.

1 Voir *La Science et la Vie* n° 235 page 34.

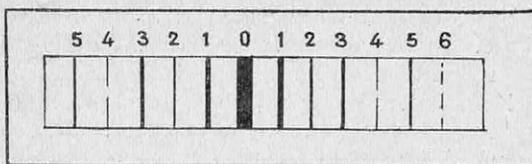


FIG. 4. — SCHÉMA DE DIAGRAMME DE RAYONS X OBTENU AVEC DES COUCHES STRATIFIÉES D'ACIDE GRAS SUR MÉTAL

Les raies verticales correspondent aux réflexions de différents ordres (1, 2, 3...) de rayons X sur les diverses couches de molécules orientées.

cules seront orientées perpendiculairement à la surface du métal — comme des bâtonnets de limaille de fer se dressent sur les pôles d'un aimant après y avoir été attirés (fig. 3).

Les molécules suivantes seront encore attirées à travers la première couche et formeront une deuxième assise orientée, et ainsi de suite ; mais le champ électrique rayonné par le métal s'affaiblit rapidement avec la distance, l'orientation moléculaire devient donc rapidement de moins en moins bonne et, pratiquement, l'action cesse à une distance correspondant à quelques centièmes de millième de millimètre ; cette région constitue précisément la zone de ce film-limite dont nous avons parlé plus haut. La figure 3 montre comment l'on peut se représenter cette région, qui marque le passage entre le film-limite, adhérent et orienté, et le liquide proprement dit qui le surmonte.

L'épaisseur totale de cette couche varie suivant l'activité des molécules liquides et celle du champ superficiel du métal ; elle est particulièrement grande pour les corps gras d'origine végétale ou animale, et c'est ce qui explique pourquoi ceux-ci constituent d'excellents lubrifiants ; la couche qu'ils constituent sur un métal est, en effet, très solide et adhérente, et la pression ne peut que très difficilement la rompre, d'où absence de grippage. L'onctuosité traduit précisément cette propriété qu'ont certaines molécules d'être attirées par un métal et de s'y enraciner énergiquement, en formant des séries d'assises ou stratifications superposées.

On pourrait objecter à cela que ce sont de pures vues de l'esprit. Nous allons voir qu'elles ont été confirmées par l'expérience.

Les confirmations expérimentales

1° *Rayons X.* — J'ai montré, il y a une dizaine d'années, en utilisant la diffraction des rayons X, que ces couches stratifiées étaient capables de réfléchir les rayons X monochromatiques (1). En utilisant une

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 239, page 362.

méthode due à M. Maurice de Broglie (méthode du cristal tournant), on obtient des spectres enregistrés photographiquement et qui sont constitués de traits parallèles correspondant aux différentes réflexions des rayons X sur ces stratifications agissant comme de petits miroirs superposés (fig. 4) ; l'étude et l'interprétation de ces diagrammes — qui sortirait du cadre de cet exposé — permet d'établir, d'une façon absolue, la réalité de ces stratifications composées de molécules orientées, de calculer l'épaisseur de chaque strate (donc, la longueur de la molécule), et enfin de prouver qu'entre certaines strates il existe comme un *vide de matière* (fig. 3). Ceci explique immédiatement le toucher glissant d'un corps onctueux ; en effet, les feuillettes formés, grâce à ce vide de matière, glisseront aisément les uns sur les autres, tandis qu'ils ne sauraient glisser dans une direction perpendiculaire. On peut représenter ceci par l'image d'un paquet de cartes à jouer tenu dans la main ; les cartes glissent facilement les unes sur les autres, mais le paquet ne saurait être déchiré qu'à l'aide d'une force considérable. Ainsi ces recherches d'ordre théorique apportent l'explication de ce qu'est en réalité cette propriété complexe appelée onctuosité ; grâce à la présence, à la surface d'un métal, d'une couche constituée de molécules actives, les résistances par frottements se trouvent notablement diminuées.

D'ailleurs, d'autres corps possédant la propriété de se mettre en lamelles peuvent jouer un rôle analogue ; exemple le *graphite*, à condition qu'il soit bien pur et bien préparé. D'où l'intérêt de l'adjonction du graphite à des huiles présentant une onctuosité

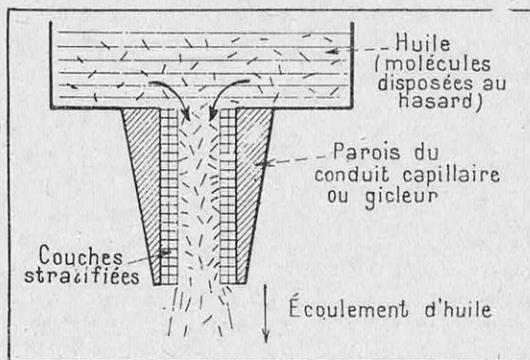


FIG. 5. — L'ÉCOULEMENT DE L'HUILE A TRAVERS UN GICLEUR CAPILLAIRE

Les parois internes du gicleur retiennent des molécules d'huile et les couches stratifiées obstruent le conduit capillaire, provoquant le phénomène de « clogging » (engorgement du gicleur).

trop faible comme les huiles minérales, par exemple, à l'aide de solutions concentrées de graphite ou « Oildag ».

La même méthode permet de montrer que les huiles minérales (constituées principalement de carbures saturés non actifs) ne sont pas, ou très peu, onctueuses. Ceci s'explique aisément par les considérations précédentes, les molécules des huiles minérales n'ayant qu'une très faible tendance à être attirées par le métal et à s'y fixer, par suite de l'absence de charges électriques non équilibrées sur ces molécules.

On peut même en tirer une conséquence pratique importante : puisque les huiles minérales sont peu onctueuses, qu'elles ont tendance à être chassées par la pression, elles ne conviendront pas dans le cas où l'on a affaire à des vitesses faibles et à de lourdes charges, pas plus qu'au stade du démarrage. Par contre, étant donné leur mobilité, leur pouvoir mouillant, elles conviendront bien au graissage par film liquide épais, dont le principal rôle est de séparer les surfaces et d'éliminer les calories. On peut les améliorer, à la lueur des recherches précédentes, en y incorporant un certain pourcentage de molécules actives ; ce procédé a été breveté par Wells et Southcombe, et donne des résultats très intéressants dès que l'on mélange à l'huile minérale 1 % environ d'acides gras ou de triglycérides ; ces molécules seront attirées sélectivement par le métal à travers la masse d'huile et constitueront ce film-limite si important pour le graissage.

Et nous comprenons maintenant quelle est l'origine de la diversité d'emploi des huiles de graissage et quelle en est la cause profonde.

2° *Diffraction des électrons.* — Dans un récent article de cette revue (1), j'ai montré comment, en utilisant un phénomène récemment découvert (la diffraction des électrons), j'avais pu également déceler le mécanisme de l'orientation des molécules actives sur le métal. Cette méthode, beaucoup plus délicate que les rayons X, apporte aussi des ren-

seignements plus subtils ; j'ai pu étudier ainsi systématiquement la « contamination » d'un métal par une trace infinitésimale de corps gras (le simple contact avec un doigt suffit), la propagation et la structure de la couche formée, qui n'est autre que ce film-limite dont nous avons déjà parlé. Il devient alors aisé de l'étudier pour les divers métaux et corps gras.

En particulier, j'ai pu ainsi confirmer que les longues molécules qui constituent les corps gras actifs s'orientent, au contact du métal, perpendiculairement à ce dernier ; ceci confirme donc parfaitement, en les complétant, les essais aux rayons X.

De plus, des savants anglais (G.-P. Thomson, Murison, Andrew, etc.) ont pu, à l'aide de cette technique, reconnaître que l'on obtient une meilleure orientation, et une meilleure onctuosité en utilisant des lubrifiants constitués par un mélange de molécules de longueur différente ; c'est l'explication du fait que les huiles ou graisses techniques sont de meilleurs lubrifiants que les corps purs, hydrocarbures ou aci-

des gras. Une huile de graissage sera, en général, d'autant meilleure que son poids moléculaire sera plus grand ; de telles huiles donnent un diagramme électronique caractéristique, ce qui permettra sans doute de prévoir et de classer les divers produits lubrifiants.

3° *Le phénomène du « clogging ».* — Si l'on fait écouler une huile à travers un canal étroit (patte d'araignée ou conduit capillaire), on peut s'attendre à ce qu'il se forme un film-limite plus ou moins épais et adhérent ; si le diamètre du conduit est très petit et si les mouvements de l'huile ne sont pas trop violents, les molécules actives adsorbées pourront s'orienter de proche en proche assez loin de la surface métallique. En ce faisant, elles réduiront le diamètre du conduit et, par conséquent, le débit de l'huile, comme le montre le schéma de la figure 5.

Ces expériences ont été réalisées par Wilson, Barnard et Dover : ces auteurs, ayant mesuré le débit de l'huile en fonction du

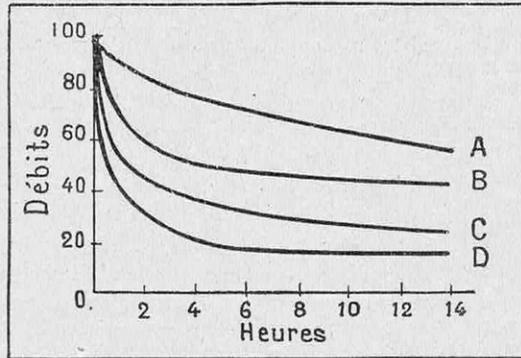


FIG. 6. — LA VARIATION DU DÉBIT D'HUILE A TRAVERS DIVERS GICLEURS DE MÊME DIAMÈTRE DÉPEND DE LA NATURE DES MATÉRIAUX CONSTITUANT LES GICLEURS
La courbe A se rapporte à un gicleur en verre ; B, à un gicleur en magnésium ; C, à un gicleur en laiton ; D, à un gicleur en fer pur ou acier.
Tous ont 0,3 mm de diamètre.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 235, page 34.

temps à travers des tubes capillaires, ont constaté que ce débit baissait régulièrement, surtout durant les premières heures, pour tendre ensuite vers un palier, et pour s'arrêter même dans d'autres cas, comme si le diamètre du tube capillaire allait en diminuant, en s'engorgeant ; d'où le nom de « clogging »

(engorgement) donné à ce phénomène.

Or, on trouve que, pour un même gicleur de 3/10 mm de diamètre, des huiles comportant surtout des carbures saturés, donc inactifs, ne subissent qu'une faible diminution de débit, tandis que des huiles actives ou additionnées d'acides gras voient leur débit diminuer rapidement. Ceci s'explique très bien par le fait que les huiles inertes ne forment qu'un film-limite instable et peu adhérent, tandis qu'au contraire les molécules actives sont retenues au passage dans le capillaire et forment des stratifications successives. L'influence de la nature du gicleur est aussi importante (fig. 6) : ces résultats montrent que le graissage dépend aussi bien de la nature de l'huile que de celle de la surface lubrifiée.

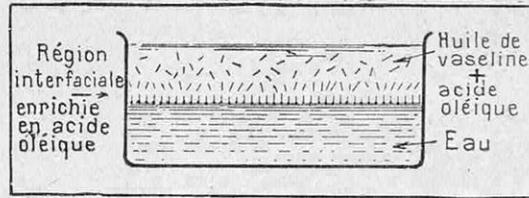


FIG. 7. — A LA SURFACE DE SÉPARATION DE L'EAU ET DE L'HUILE, LES MOLÉCULES GRASSES ACTIVES VIENNENT SE FIXER COMME A LA SURFACE D'UN MÉTAL

Les bâtonnets représentent les molécules d'acide oléique qui viennent se concentrer à la surface de l'eau.

Comment peut-on évaluer l'onctuosité d'une huile de graissage ?

Maintenant que nous savons ce qu'est l'onctuosité, nous pouvons dire que la question du graissage a fait un grand pas. Mais ce n'est pas tout : il reste à évaluer, si possible, la valeur de cette onctuosité.

Je me suis attaché à cette détermination depuis plusieurs années ; ce problème présente, en effet, un intérêt tout particulier, notamment pour l'aviation et la marine. Voici quel est le principe de la méthode à laquelle je suis arrivé :

Il s'agit, en somme, de mesurer l'attraction sélective des molécules actives contenues dans une huile par le métal qu'elle est chargée de graisser. Tel quel, le problème n'a guère de solution ; mais on peut remarquer que si des molécules actives sont attirées par un métal, elles le sont aussi par d'autres corps, notamment par l'eau. C'est là un phénomène bien connu, qui, sous une forme plus générale, est régi par une loi importante de thermodynamique, dite « loi de Gibbs ». Sans entrer dans les détails, je dirai simple-

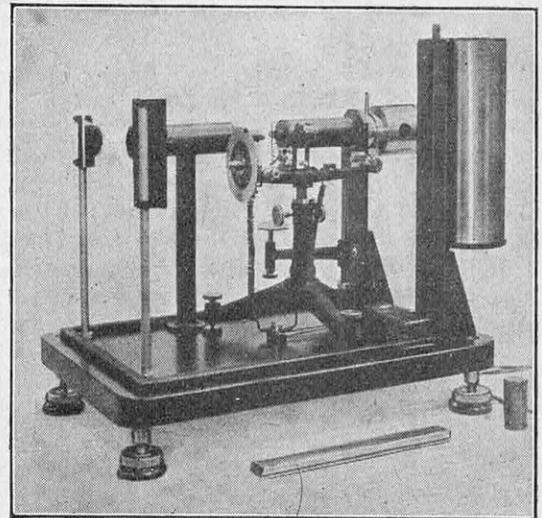
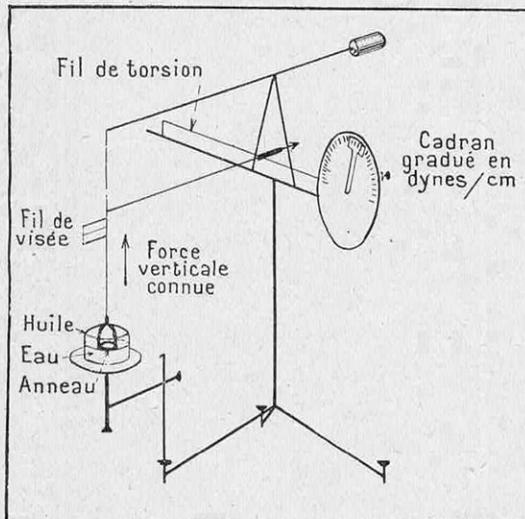


FIG. 8 ET 9. — SCHEMA DE LA BALANCE « INTERFACIALE » POUR LA DÉTERMINATION DE LA TENSION SUPERFICIELLE DE L'EAU EN CONTACT AVEC L'HUILE, ET PHOTOGRAPHIE DE L'APPAREIL DE M. TRILLAT POUR L'ENREGISTREMENT AUTOMATIQUE DE CETTE TENSION EN FONCTION DU TEMPS

On mesure, par la torsion du fil étalonné, la force nécessaire à l'arrachement d'un anneau de platine à la surface de séparation des deux liquides. Cette force est lue en dynes par centimètre sur le cadran gradué.

ment que si, sur une couche d'eau, on dispose une couche d'huile de vaseline (composée uniquement de molécules *inactives*), il ne se passera rien au voisinage de la surface de séparation huile-eau. Au contraire, si l'on dissout dans cette même huile quelques traces d'un corps actif, acide oléique par exemple, les molécules de ce corps seront progressivement attirées par la surface de l'eau comme elles le sont par la surface du métal, en s'y orientant et en y formant des stratifications; petit à petit, le nombre de molécules ainsi retenues deviendra de plus en plus grand, et il y aura à la surface de séparation huile-eau une augmentation progressive de la concentration en acide oléique, jusqu'au moment où toute la surface de l'eau sera, en quelque sorte, saturée. La figure 7 schématise ce phénomène, très semblable à celui que nous avons décelé par les rayons X dans le cas des surfaces métalliques.

Mais cette augmentation progressive de la concentration en acide oléique sur la surface d'eau s'accompagne aussi d'une diminution de la tension superficielle de l'eau en contact avec l'huile, ou *tension interfaciale*; autrement dit, la « peau » de la surface de l'eau devient de plus en plus fragile, et on peut déterminer sa résistance en utilisant une méthode classique (perfectionnée par P. Lecomte du Nouy) consistant à disposer un anneau de platine sur cette surface de séparation, et à mesurer la force verticale nécessaire à son arrachement de la surface d'eau. Cette force est ordinairement réalisée par la torsion d'un fil étalonné, comme l'indique la figure 8; il suffit de mesurer, toutes les minutes, par exemple, la valeur de cette force nécessaire à la rupture du film d'eau, pour avoir, au moyen d'une formule simple,

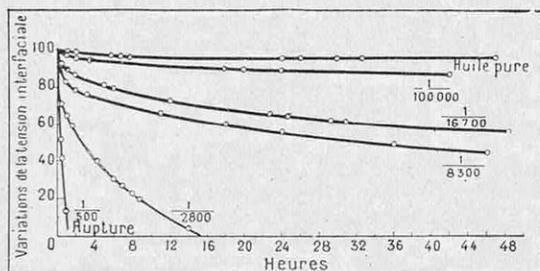
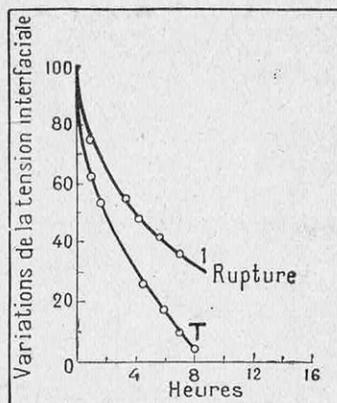


FIG. 10. — COMMENT VARIE, AVEC LE TEMPS, LA TENSION SUPERFICIELLE ENTRE EAU ET HUILE SUIVANT LA NATURE DE L'HUILE

Cette variation est nulle lorsqu'il s'agit d'une huile de paraffine pure (*inactive*). Elle est de plus en plus rapide lorsque croît la teneur en acide oléique, dont les molécules actives se concentrent à la surface de séparation eau et huile.

FIG. 11. — COMMENT VARIENT LES PROPRIÉTÉS D'UNE HUILE APRÈS CONTACT AVEC DES PIÈCES MÉTALLIQUES

Les deux courbes de variation de la tension interfaciale avec l'eau ont été relevées avec la même huile (huile de paraffine additionnée de 1/3 000 d'acide oléique); la courbe 1, obtenue après passage de l'huile sur des billes d'acier, diffère de la courbe témoin T, car l'huile a abandonné une partie des molécules actives d'acide oléique au contact de l'acier.



la grandeur de la tension interfaciale à ce moment. On peut même réaliser un enregistrement automatique, en fonction du temps, sur un papier sensible; la figure 9 représente l'appareil que j'ai réalisé dans ce but et qui fonctionne dans notre laboratoire ainsi qu'au ministère de l'Air.

Grâce à cet instrument nouveau, j'ai pu faire un grand nombre de déterminations tant théoriques que pratiques.

Tout d'abord, considérons une huile de paraffine pure (*inactive*) en contact avec de l'eau (fig. 10); la courbe enregistrée ne montre pas de modification en fonction du temps, ce qui confirme qu'il n'y a pas d'adsorption de ces molécules d'hydrocarbures saturés inactifs.

Ajoutons des quantités variables et connues d'acide oléique, fortement actif, de façon à obtenir une échelle de concentrations comprise entre 1/500 et 1/1 000 000. Chacune de ces huiles est caractérisée par une courbe particulière tendant vers un palier, et dont la courbure mesure, en quelque sorte, la vitesse avec laquelle les molécules d'acide sont attirées et retenues par l'eau.

Chaque courbe caractérise donc une concentration, et il est alors facile de déterminer une concentration inconnue par extrapolation. Nous aurons ainsi constitué un véritable tableau d'étalonnage de l'activité de l'huile exprimée en acide oléique.

On constatera, par exemple, qu'une huile activée conservée quelques mois dans un flacon de verre donne une courbe différente de l'huile neuve; cela résulte de l'adsorption d'une certaine quantité de molécules d'acide oléique par les parois du verre, et l'on pourra

mesurer ce nombre grâce au tableau d'éta-lonnage.

Mais on pourra aller beaucoup plus loin ; prenons l'une de ces huiles de paraffine dans laquelle on a ajouté 1/3 000 d'acide oléique. Mettons-la en contact avec une surface métallique quelconque, des billes d'acier calibrées par exemple. Puis reprenons cette huile et soumettons-la à nouveau à la mesure de tension interfaciale.

Si tout ce que nous avons dit jusqu'ici est exact, l'huile aura abandonné au contact des billes d'acier une partie de ses molécules d'acide oléique, qui seront venues se fixer sélectivement sur le métal pour former le film-limite. Par conséquent, la concentration en acide oléique aura *diminué* dans l'huile, et nous devons obtenir, au contact de l'eau, une courbe différente de la première (fig. 11). En nous reportant à nos courbes d'éta-lonnage (fig. 10), nous déterminerons cette nouvelle concentration. A partir de ce moment, il sera facile de calculer le nombre de molécules d'acide oléique retenues, ainsi que l'épaisseur du film-limite ou encore la section des molécules d'acide oléique.

J'ai ainsi trouvé, une fois de plus, que cette couche-limite a une épaisseur de l'ordre de 3 centièmes de micron et comporte une douzaine de molécules d'acide oléique mises bout à bout. C'est la première mesure vraiment directe de l'épaisseur du film-limite.

La mesure de tension interfaciale huile-eau ne sert donc que d'*intermédiaire*, de méthode de dosage extrêmement sensible, car il est inutile de dire qu'aucune méthode chimique ne permettrait d'atteindre ce résultat.

Des expériences analogues, en faisant filtrer une seule fois une huile de paraffine activée à l'acide oléique sur du papier-filtre ou du coton, montrent qu'après cette filtration l'huile a perdu la plus grande partie de ses molécules d'acide oléique, et donc son onctuosité. On voit par là l'intérêt de la méthode en ce qui concerne l'influence de la filtration des huiles sur leur qualité :

naturellement, lorsque la surface du papier ou du filtre est saturée d'acide oléique, l'huile passe inaltérée.

Bien entendu, les mêmes expériences peuvent se faire avec les huiles techniques du commerce, et nous rentrons là dans un domaine tout à fait pratique, qui fait actuellement l'objet d'études aux ministères de l'Air et de la Marine. A titre d'exemple, la courbe 12 montre la modification d'une huile bien connue des automobilistes, avant et après son passage sur une feuille de papier-filtre ; cette variation dans la composition de l'huile sera exprimée en unités d'acide

oléique, bien que l'huile en question n'en contienne point. J'indiquerai également que l'on pourra étudier de la même façon l'altération d'une huile par son fonctionnement en moteur, par la chaleur, par la lumière, son degré de raffinage, etc : grâce à l'appareil enregistreur, ces recherches deviennent très aisées et les mesures très précises et très fidèles.

L'importance de l'état superficiel du métal

Jusqu'ici, nous nous sommes principalement attachés à l'étude du lubrifiant lui-même ; mais nous avons dit, au début de cet article, que la nature du métal et, surtout, son état superficiel jouaient un rôle également important.

Une expérience très simple que j'ai réalisée en collaboration avec M. R. Fritz le montre d'une façon claire. Prenons une lame d'acier *parfaitement polie et propre*, et non oxydée, et versons à sa surface une petite quantité d'acide stéarique fondu (1) ; l'acide stéarique est choisi ici comme type de molécule grasse douée de moment électrique. Tant que l'acide est liquide, *il ne mouille pas le métal* et roule sur lui sans y adhérer ; par refroidissement, il se fige en une grosse lentille.

Au contraire, si on oxyde cette même

(1) L'acide stéarique fond vers 70° : la lame d'acier doit être portée à cette température par un léger réchauffage à l'étuve.

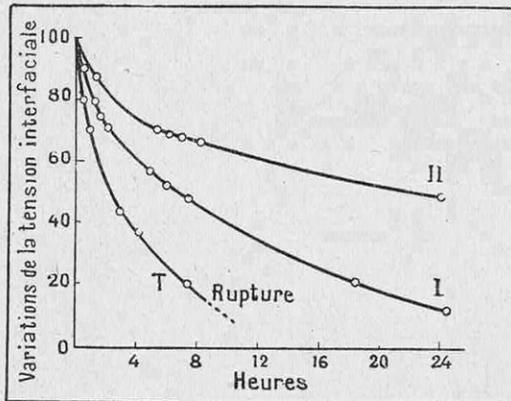


FIG. 12. — LA FILTRATION D'UNE HUILE MODIFIE PROFONDÉMENT SON ONCTUOSITÉ, AU DÉBUT DE LA FILTRATION

Les molécules actives demeurent en grande partie sur le filtre, qui se sature progressivement. Les trois courbes ont été relevées : T, avant filtration ; I, après passage sur un papier filtre ; II, après passage sur un deuxième papier-filtre.

surface, on constate qu'immédiatement l'acide gras mouille parfaitement l'acier et s'y répand en une couche régulière présentant des stratifications visibles aux rayons X. Il en est de même, au moins jusqu'à un certain point, si la surface du métal n'est pas parfaitement polie.

Cette expérience très simple est extrêmement sensible et permet même d'apporter un critérium du degré de polissage ; elle présente, en outre, un intérêt particulier du fait qu'elle prouve que mieux des organes métalliques sont rodés, et moins une huile de graissage active semble y adhérer. Celle-ci, en effet, se rétracte en se condensant en quelques points. Il y a là indiscutablement un effet dû à la nature de la surface, que nous cherchons à élucider.

Mais alors, dira-t-on, comment réaliser, par exemple, cette oxydation au cours de la marche d'un moteur ? Ce n'est évidemment pas possible. Il existe heureusement une solution ingénieuse : c'est d'incorporer à l'huile un ingrédient qui soit de nature cristalline et qui vienne se fixer et se renouveler automatiquement à la surface du métal. Cet ingrédient, c'est le *graphite colloïdal*, et l'on voit par là l'intérêt considérable que présente, dans la pratique, l'emploi d'une bonne huile graphitée, et cela non seulement dans la période de rodage, mais encore plus lorsque le moteur est rodé et que ses surfaces sont polies. La couche qui se forme ainsi porte le nom de *surface graphoïde*.

J'ai pu vérifier cela dans de nombreuses expériences que j'ai effectuées avec de l'« Oildag » (graphite colloïdal très pur incor-

poré à l'huile) ; une lame d'acier parfaitement poli, immergée quelque temps à froid dans l'« Oildag », se laisse ensuite mouiller complètement par un acide gras, qui s'y oriente et s'y stratifie ; il suffit même de la présence d'une couche graphoïde imperceptible pour provoquer le phénomène ; au contraire, la même lame parfaitement polie, mais non traitée au graphite, ne permet aucun mouillage par l'acide gras. Lorsqu'une bonne huile minérale (possédant une certaine activité propre) est donc additionnée d'« Oildag », elle devient susceptible, de ce fait, de pallier à l'influence du rodage, grâce au graphite qui vient continuellement se déposer sur le métal poli, en formant une couche graphoïde cristalline ; n'oublions pas non plus que le graphite, s'il est très soigneusement préparé, est lui-même un excellent lubrifiant.

Tout ceci milité donc en faveur de l'emploi des huiles graphitées : mais, encore une fois, à condition que celles-ci soient parfaitement préparées, qu'elles contiennent du graphite très pur, formé de particules de grosseur très régulière, et que ce dernier soit stabilisé dans l'huile de façon à ne pas se déposer.

A notre avis, ce problème présente une grande importance, qui justifie amplement les études qui sont effectuées actuellement sur ce sujet dans divers ministères, ainsi que dans certains laboratoires. Il est également intéressant, d'un point de vue plus général, de voir comment des recherches d'ordre théorique peuvent se prolonger jusque dans la pratique, et comment, par l'emploi de méthodes physico-chimiques nouvelles, l'on peut arriver à expliquer toute une catégorie de faits encore mal connus. J.-J. TRILLAT.

La France est un pays agricole autant qu'une nation industrielle. Cependant ses importations en denrées alimentaires atteignent 4 milliards de francs (environ), rien que pendant les trois premiers trimestres de l'année 1937. Quant au dernier trimestre, les contingentements qui ont été fixés sont éloquentes : 150 000 moutons, 10 000 quintaux de viande de boucherie, plus 4 000 quintaux de volailles, 4 000 quintaux de lait concentré, 5 000 quintaux de beurre, 20 000 quintaux de fromages, 500 000 quintaux d'orge pour la brasserie et 25 000 pour les semences, 25 000 quintaux d'avoine, etc. Nous pourrions ainsi chiffrer d'autres achats à l'étranger en seigle, maïs, sarrasin (blé noir), gruaux et semoules, haricots, pois, fruits, miel. Rien que pour les fruits de toutes espèces : plus de 800 000 quintaux, et tout cela entre en France pour les besoins d'un trimestre seulement. Evidemment, notre balance commerciale en souffre, notre agriculture y perd l'équivalent en francs de ce que nous payons à l'étranger en or. La terre française, rationnellement exploitée, n'est-elle donc pas capable de « payer » ceux qui la cultivent, de nourrir — plus généreusement — la population qui l'habite, sans avoir recours aux achats extérieurs dans des proportions aussi impressionnantes ?

LA TRANSFUSION SANGUINE EST AUJOURD'HUI SANS DANGER

Par Jean LABADIÉ

La transfusion du sang, opération d'apparence assez simple et pratiquée journellement dans tous les hôpitaux du monde, n'est cependant devenue réalisable sans danger, que depuis que le professeur américain Landsteiner (Prix Nobel en 1931) a formulé les lois fondamentales relatives à la « compatibilité » des sérums et des hématies (globules rouges) provenant d'individus différents. Le problème biologique que soulève l'agglutination toujours possible, et souvent redoutable, des globules du « donneur » par le sérum du « receveur » a trouvé maintenant sa solution rationnelle. Elle consiste dans l'épreuve, aujourd'hui classique, de Beth-Vincent, qui permet le classement d'un sujet particulier dans l'un des quatre groupes sanguins fondamentaux de l'espèce humaine. Ainsi sont totalement éliminés, par le contrôle minutieux des compatibilités sanguines, les graves accidents jadis redoutables de la transfusion. Les appareils utilisés par le praticien, dans cette technique opératoire, se perfectionnent chaque jour afin de réduire au minimum les manipulations du sang transfusé. Il s'agit en effet d'éviter toute coagulation et traumatisme des globules. Certains même de ces instruments, mus par l'électricité, fonctionnent à la manière d'un véritable cœur artificiel, assurant ainsi un écoulement continu et régulier du donneur vers le receveur, avec dosage et comptage entièrement automatiques. D'autre part, l'adjonction d'anticoagulants assure la stabilité (pendant de longues périodes) du sang prélevé à loisir sur des donneurs sélectionnés. Ce mode opératoire autorise ainsi le stockage du sang au frigorifique, où il se conserve parfaitement, prêt à servir en cas d'urgence. Enfin, parmi les applications les plus récentes de la transfusion sanguine, voici le traitement des maladies infectieuses par immuno-transfusion (sang de convalescent), celui des intoxications (oxyde de carbone par exemple), et le remplacement du sérum du sang de certains malades par un sérum artificiel après lavage des globules. Cette thérapeutique, aussi audacieuse que nouvelle, vise à débarrasser le plasma sanguin des déchets nuisibles qu'il véhicule, tout en lui permettant de continuer à jouer son rôle capital, c'est-à-dire l'entretien de la vie dans les tissus.

LA guerre civile d'Espagne a remis en lumière la valeur chirurgicale de la transfusion sanguine, que les services sanitaires du gouvernement de Barcelone ont « rationalisée » — si l'on peut appliquer ici un qualificatif aussi industriel.

Mais la guerre, inexorable, ne traite-t-elle pas de « matériel humain »?... On transporte donc aujourd'hui du sang prélevé sur des civils de Valence jusqu'aux ambulances du front, à la façon d'une matière première. Fisher expédie même en Espagne du sang préparé en Suède.

Un récent congrès international, seulement le deuxième, organisé sous la présidence du professeur Gosset, vient, d'autre part, de montrer les progrès réalisés en la matière depuis vingt ans. Nous allons en prendre acte pour « faire le point », à notre tour, de cette technique chirurgicale que les praticiens considèrent comme le complément indispensable de l'asepsie et de l'anesthésie, dans la salle d'opérations.

Comment la transfusion sanguine est venue à son heure

« La transfusion sanguine est vieille comme la médecine, écrit le docteur Arnault Tzanck, l'un des éminents spécialistes de la question. La vue d'un sujet succombant par hémorragie devait nécessairement suggérer de rendre la vie en restituant le sang perdu. »

Pourquoi donc la transfusion est-elle une « méthode » toute moderne, dont l'essor ne date en réalité que de la Grande Guerre ?

C'est que la connaissance de l'asepsie était la condition préalable de sa vulgarisation. Mais encore sa réussite ne pouvait prendre l'allure scientifique qu'elle possède aujourd'hui — réduisant les « accidents » à un pourcentage mathématiquement négligeable — avant que l'on ait appris ce que le biologiste américain Landsteiner nous a enseigné touchant la « compatibilité » des « sérums » et des « hématies » (globules rouges) dans ce qu'on pourrait appeler

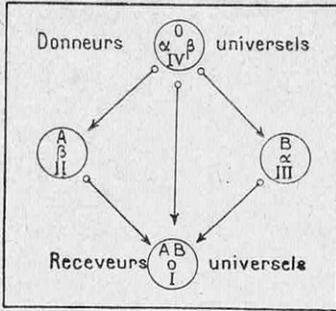


FIG. 1. — LA RÈGLE DES COMPATIBILITÉS SANGUINES Elle ressort du tableau ci-dessus indiquant les compatibilités seules. — Le groupe IV (contenant 0 agglutinogène, α, β agglutinines) peut donner à tous les autres groupes. Le groupe I (contenant A, B agglutinogènes et 0 agglutinine) peut recevoir de tous les autres groupes. Le groupe II (agglutinogène A et agglutinine β) ne peut donner qu'à I. De même, le groupe III (agglutinogène B et agglutinine α).

en ce qui concerne le sang, on ne peut plus se contenter de le caractériser par l'espèce animale sur laquelle on le prélève. Non seulement il faut distinguer le sang humain de tous les autres, mais encore considérer le sang de chaque individu comme étant marqué par des caractères propres, *sui generis*.

Entendons-nous sur la relativité de cette remarque.

On a pu voir, au stand de la transfusion sanguine du Palais de la Découverte, des documents authentiques, datés du XVII^e siècle, qui rapportent, avec toute la précision scientifique de l'époque (qui n'était pas médiocre, au temps de Descartes), comment, le 15 juin 1667, un médecin français, Jean Denys, réussit à transfuser 270 g de sang d'un mouton à un homme, celui-ci s'en trouvant fort bien. Le 24 octobre de la même année, les médecins anglais Lower et King présentaient à la Société Royale le compte rendu de l'opération renouvelée avec le même succès. Dans ces conditions, pourquoi délaisse-t-on les animaux en tant que « donneurs » dans la transfusion sanguine moderne?

C'est bien simple. De telles réussites — on appelle, en ce cas, « réussite » l'absence d'accident mortel — ne peuvent être qu'exceptionnelles et aucun médecin contemporain ne voudrait assumer la responsabilité de renouveler l'expérience de Denys, attendu

l'équilibre biologique du sang, lorsque *sérum*, d'une part, et *globules*, d'autre part, se trouvent mélangés à partir de sujets différents.

La biologie actuelle (nous reviendrons un jour sur ce sujet capital) tend à proclamer non seulement la *spécificité*, mais encore l'*individualité* des organismes vivants. Autrement dit,

que le mélange de deux sangs humains peut suffire à provoquer des accidents graves.

Nous analyserons de près cette notion de la « compatibilité » des « groupes sanguins », que Landsteiner a reconnus, au nombre de quatre, diviser l'espèce humaine (1).

On ne saurait espérer de longtemps une classification semblable concernant seulement les mammifères pris en bloc. La biologie, comme nous venons de le rappeler, est fort loin de connaître des lois générales valables pour l'ensemble des espèces — lois qui vraisemblablement n'existent pas. Quoi qu'il en soit, la médecine, à mesure qu'elle progresse, s'applique à connaître des individus en tant que *spécimens* vivants, plus que de la matière vivante, en soi. Tout ce qu'elle peut donc ambitionner, c'est de classer les individus en fonction de caractères qui lui semblent particulièrement intéressants. Et c'est précisément ce qu'a fait Landsteiner en ce qui concerne la différenciation des *sangs* humains.

Sa classification en quatre familles est donc une classification *a minima*. Aussi bien, déjà l'a-t-on poussée plus loin, et certains médecins ont-ils identifié jusqu'à vingt-sept « sous-groupes », différenciant à leur tour les quatre groupes sanguins de Landsteiner. Mais cette sous-classification n'intéresse précisément pas la pratique

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

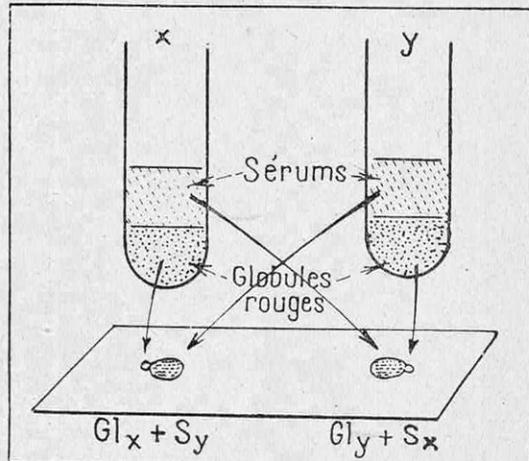


FIG. 2. — L'ÉPREUVE DIRECTE DU SANG (DU PROFESSEUR JEANBRAU)

Afin d'être absolument certain de la compatibilité de deux sangs x et y, il faut faire deux réactions : l'une avec une grosse goutte de sérum y et une petite goutte de globules x ; l'autre avec une grosse goutte de sérum x et une petite goutte de globules y. Ceci exige donc la séparation préalable des sérums et des globules.

chirurgicale ni, jusqu'ici, la pratique médicale de la transfusion sanguine (1).

**Les maîtres-mots
de la compatibilité sanguine :
« agglutinogènes » et « agglutinines »**

Landsteiner a reconnu qu'en dehors de tout état morbide les globules rouges (hématies) d'un individu peuvent être agglutinés par le sérum d'un autre individu. « Or, l'agglutination est le premier temps, le signe avant-coureur, d'un phénomène de haute gravité : la dissolution des globules qui met en liberté des produits extrêmement toxiques », même s'il s'agit des globules appartenant en propre à notre sang.

L'agglutination observée par Landsteiner n'étant qu'accidentelle, le savant a recherché, par de nombreux rapprochements, à déterminer les mélanges qui la produisaient et ceux qui ne la produisaient pas. Il en est venu à imaginer que tout sérum contenait une substance lysante (dissolvant les globules), naturellement inactive dans le sang qui la contient, mais active pour d'autres sangs.

Ces substances étant purement hy-

(1) Par contre, elle permet de critiquer la lignée filiale d'un homme, ou encore de formuler certaines présomptions touchant un criminel d'après les traces de son sang ou de celui de sa victime.

pothétiques, — et n'étant, en réalité, que le support d'une explication, — on a préféré ne plus parler de « lysines » proprement dites et les remplacer par deux autres substances non moins théoriques, dites : *agglutinogènes* et *agglutinines*. Etant entendu que : 1° L'« agglutinogène » exprime la sensibilité du globe à l'action destructrice du sérum ; 2° L'« agglutinine » exprime la nocuité du sérum à l'égard des globules.

Vous le voyez, à l'instar des médecins de Molière, les modernes utilisent, eux aussi, des « mots » en manière d'explication ;

mais alors que les premiers croyaient à l'existence d'une « vertu dormitive » de l'opium, matière palpable, ce qui les dispensait d'entrer dans l'observation du phénomène « sommeil », les modernes ont créé les mots « agglutinine » et « agglutinogène » sans rechercher aucune substance chimique qui leur corresponde, mais en leur attribuant, par contre, une « fonction » précise dans l'explication du phénomène observé. Ainsi, les mathématiciens-physiciens utilisent les quantités irréelles, imaginaires, pour mettre des phénomènes réels en équation.

Les quatre « groupes sanguins » de Landsteiner

Landsteiner a donc reconnu l'existence

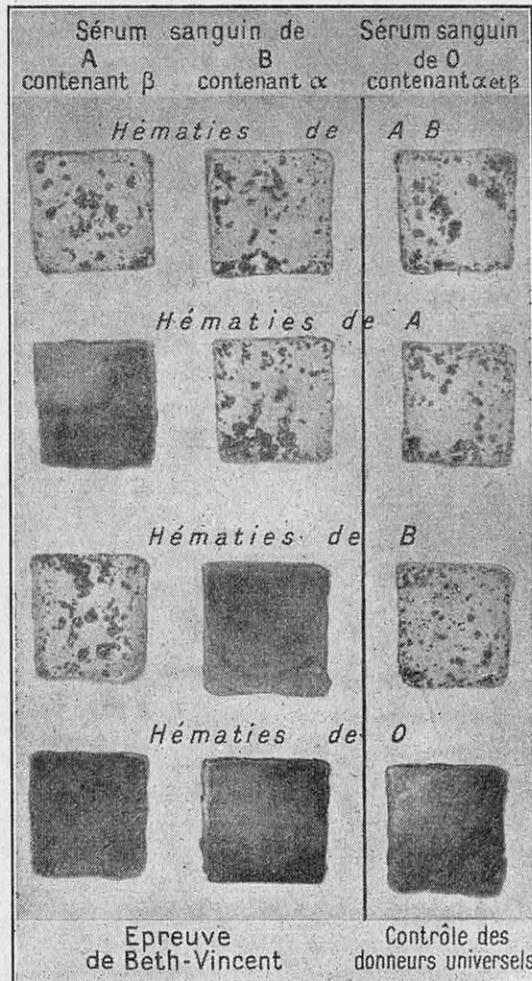


FIG. 3. — COMMENT SE PRÉSENTE L'ÉPREUVE BETH-VINCENT AVEC LE CONTRÔLE SUPPLÉMENTAIRE (TZANCK) DES DONNEURS UNIVERSELS

Les groupes sont indiqués (colonne de gauche) par leurs agglutinogènes. Confrontés aux sérums contenant A (et donc β), l'agglutination se produit, comme l'indiquent les clichés de la seconde colonne, par mouchetage. Sinon, les globules rouges (hématies) demeurent dispersés, le sang demeure homogène (ici, couleur sombre). Confrontés au sérum contenant B (et donc α), les agglutinations sont différentes. Enfin, confrontés au sérum sanguin des donneurs universels (0 agglutinogène, agglutinines α , β), tous les groupes s'agglutinent, sauf celui-là même des donneurs universels.

de quatre « familles » — ou groupes — de sangs humains, numérotés : I, II, III, IV.

On attribue au sang humain seulement deux sortes d'agglutinogènes (A et B) et, par conséquent, deux sortes d'agglutinines (α et β) qui leur font vis-à-vis — puisque l'on a dissocié l'« explication » du phénomène d'agglutination en deux facteurs concernant l'un le sérum, l'autre les globules.

Il est évident que, dans un même sang, l'agglutinogène et l'agglutinine correspondante ne peuvent coexister, sans quoi le sérum de ce sang serait nocif pour ses propres globules eux-mêmes sensibles ! Ce serait une absurdité « biologique ». Voici donc la répartition logique des facteurs en question.

Le groupe sanguin I contient les deux agglutinogènes A et B sans aucune agglutinine.

Le groupe IV contient les deux agglutinines α et β sans aucun agglutinogène.

Le groupe II contient l'agglutinogène A et l'agglutinine β .

Le groupe III contient l'agglutinogène B et l'agglutinine α .

Ceci posé, le problème est, répétons-le, de ne pas lyser les globules rouges par la mise en présence des

deux couples agglutinants : A et α , B et β .

Une dernière remarque : la transfusion pratique n'est pas un « mélange » à quantités égales : elle est dirigée d'un donneur (qui fournit quelques centaines de grammes) à un receveur (qui possède normalement environ 6 litres de sang).

En sorte que c'est du point de vue du seul receveur que le phénomène lytique doit être envisagé. Dès lors, les compatibilités sanguines ressortent comme il suit.

La règle des compatibilités

Le groupe I, dépourvu d'agglutinines, possède en conséquence un sérum qui n'est

nocif pour les globules d'aucun groupe étranger. Il peut donc recevoir le sang de n'importe quel autre homme. Le sang étranger conservera ses globules intacts. Il est vrai que le sérum nouveau venu peut apporter soit l'agglutinine α , soit l'agglutinine β , soit les deux ensemble : mais l'action de ces facteurs sur les globules du receveur est pratiquement négligeable, —

à cause de la faible quantité du sérum étranger, comparée à celle qui existe déjà chez le receveur (1) Le groupe I sera donc celui des receveurs universels.

Le groupe IV ne contenant aucun agglutinogène, ses globules sont insensibles, par définition, aux agglutinines de tous les autres sérums. On peut donc transfuser le sang du quatrième groupe à n'importe quel autre homme. Ce groupe est donc celui des donneurs universels.

Le groupe II renferme l'agglutinogène A et l'agglutinine β , seule compatible avec A. Le sang de ce groupe ne peut donc être donné à un individu du groupe III (B, α). Il n'est compatible qu'avec lui-même et le groupe I (receveurs universels).

Le groupe III (B, α) n'est, pour les mêmes raisons, compatible qu'avec lui-même et le groupe I (2).

La conclusion de cette analyse (synthétisée dans le schéma fig. 1) est évidente. Si l'on prétend disposer, au moment voulu, d'un sang transfusable sans danger à un receveur déterminé, il convient que ce soit un sang du même groupe que le receveur ou

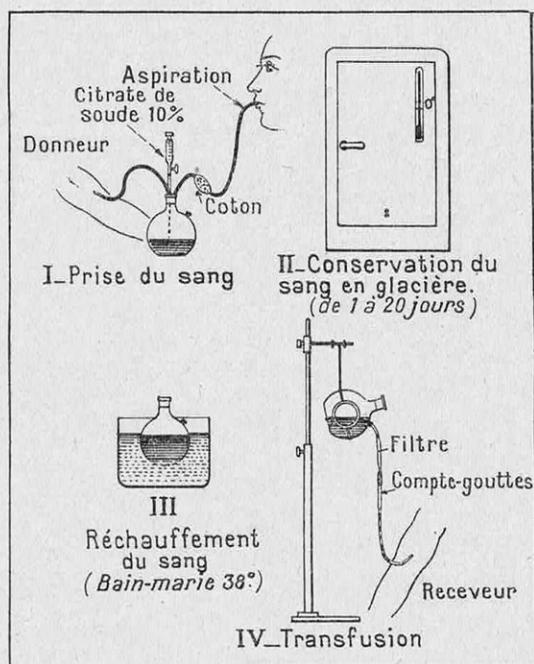


FIG. 4. — LA TECHNIQUE DE PRÉPARATION ET DE CONSERVATION DU SANG STABILISÉ I. La prise de sang s'effectue par aspiration dans un ballon aseptique. — II. Le ballon est ensuite déposé dans une glacière isotherme, à +4° C. — III. Au moment de l'utilisation, le sang est réchauffé (au bain-marie à 38° C). — IV. La transfusion est présentée ici par mise en œuvre de la gravité (qui est possible avec un ballon et ne l'est pas avec un donneur vivant).

(1) A cause également de la dilution de ce sérum et à cause de sa fixation vraisemblable sur toutes les cellules de l'organisme. On voit à quel point la « propriété » agglutinine est chose abstraite, puisque son siège même est douteux.

(2) Nous adoptons ici la terminologie internationale pour la désignation des groupes. Certains médecins en utilisent d'autres.

bien celui du groupe *IV* des *donneurs universels*.

On arrive ainsi à cette conclusion que le danger vient toujours de l'agglutination des globules du donneur même.

On conçoit l'intérêt pratique tout spécial que représente cette dernière famille, pour l'organisation de la transfusion à grande échelle.

Le classement d'un sang donné par l'épreuve de Beth-Vincent

Comment déterminer le groupe sanguin auquel appartient un individu?

rum *III*, il y aura agglutination, parce que les globules rencontreront l'agglutinine α . On agirait de même pour référer β .

Si l'on a repéré l'existence de *A* et de *B*, le sang est du groupe *I*. Si l'on a trouvé *A* sans *B*, il est du groupe *II*. Si c'est *B* qui s'est révélé seul, le sang est du groupe *III*. Si le sang n'a réagi par agglutination en présence d'aucun des deux sérums étalons, c'est qu'il est du groupe *IV*.

L'agglutination, ou précipitation des hématies, se manifeste par un aspect de brique

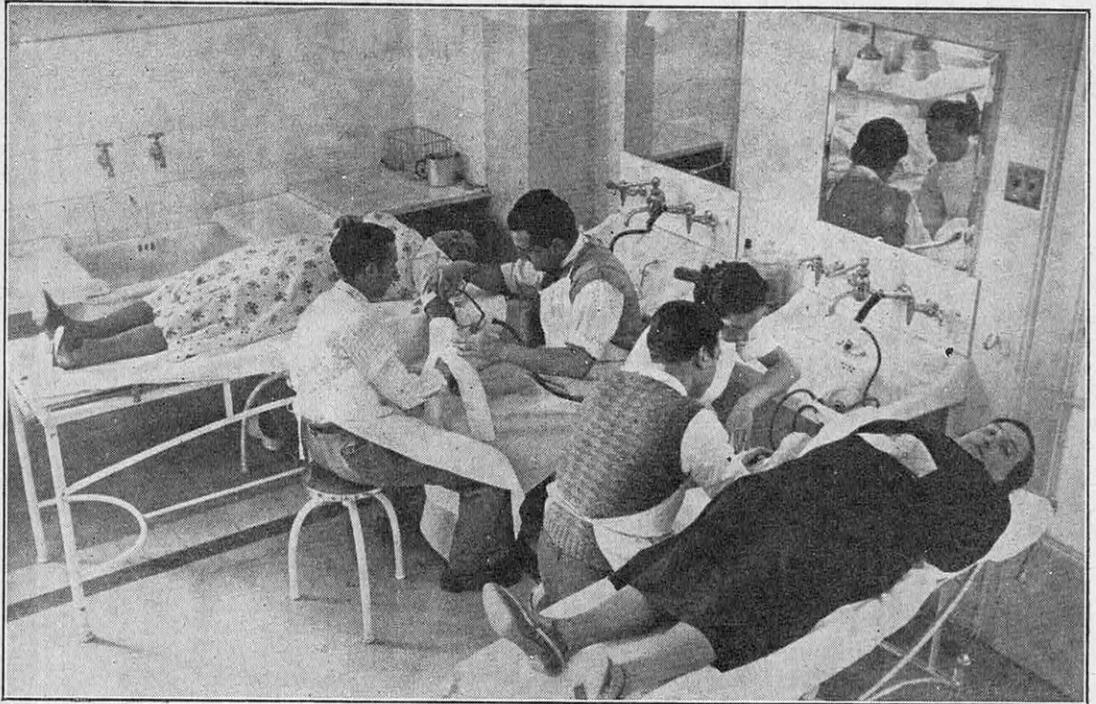


FIG. 5. — LE PRÉLÈVEMENT DU SANG DESTINÉ AUX COMBATTANTS DU FRONT ESPAGNOL, SUR DES CIVILS VOLONTAIRES, DANS UN HOPITAL DE VALENCE

Le sang, conservé au frigorifique, est amené près du front pour les transfusions d'urgence.

Il s'agit de déceler les *agglutinogènes A* ou *B* ou (*A + B*) que contient le sang examiné. (Les *agglutinines* étant le facteur complémentaire des *agglutinogènes*).

Le rôle de « cavaliers seuls » que jouent les *agglutinogènes* dans les groupes *II* et *III* rendent aisée cette recherche. Prenons, comme firent les docteurs Beth et Vincent dès avant 1920, une goutte du sang à classer.

Mettons-la en présence d'abord d'un sérum *II* : si les *globules rouges* du sang expertisé renferment l'agglutinogène *A*, il n'y aura pas agglutination, parce que les globules ne rencontreront dans le sérum que l'agglutinine β .

Recommençant l'épreuve avec un sé-

pillé. Le tableau figure 3 montre un échantillon de l'épreuve Beth-Vincent.

Le docteur Tzanck, dès 1923, compléta cette technique par l'adjonction de l'épreuve du groupe *IV*, des *donneurs universels*. Les réactions *II* et *III* peuvent, en effet, être faibles ou tardives. Cela dépend tantôt du sérum-étalon et tantôt des hématies du sang contrôlé. Il convient donc de « superviser » l'opération. Le contrôle par le sérum *IV*, s'il ne donne pas d'agglutination, indique que le sang examiné est bien celui d'un *donneur universel* — c'est-à-dire de la famille recherchée par les centres de transfusion et les services de santé militaires. Grâce à l'épreuve de Tzanck, il est donc facile de ras-

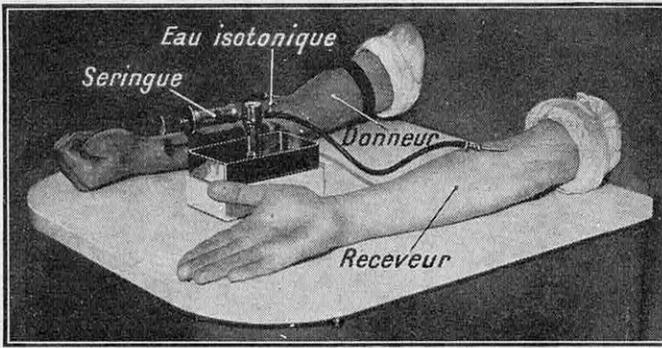


FIG. 6. — LA SERINGUE TZANCK EN FONCTIONNEMENT

sembler l'équipe de donneurs universels, avec un seul sérum-étalon (1).

La technique de la transfusion : stabilisation et conservation du sang

Les accidents graves de la transfusion sanguine étant éliminés par le contrôle minutieux des compatibilités sanguines (2), il

(1) Le lecteur peut se demander comment on découvre et prépare le meilleur sérum-étalon appartenant au groupe désiré. « Il existe un procédé préférable, nous répond le docteur Moline : se procurer différentes souches de sérums-étalons et faire, le même jour, comparativement, une série de déterminations de groupes. » On retiendra comme bon le sérum qui réagit le plus vite. Et l'on est surpris des différences quantitatives des réactions. » Voilà qui illustre bien ce que nous avons dit de l'individualité de la matière vivante.

(2) Des incompatibilités dépassant la classification de Landsteiner et imputables aux sérums, non plus aux globules, peuvent être observées. D'autres relèvent de facteurs absolument personnels aux sujets, quel que soit leur groupe (voir ce qui est dit au début de notre article), mais, outre qu'ils sont rarissimes, les accidents provenant de ces causes n'ont pas de gravité exceptionnelle.

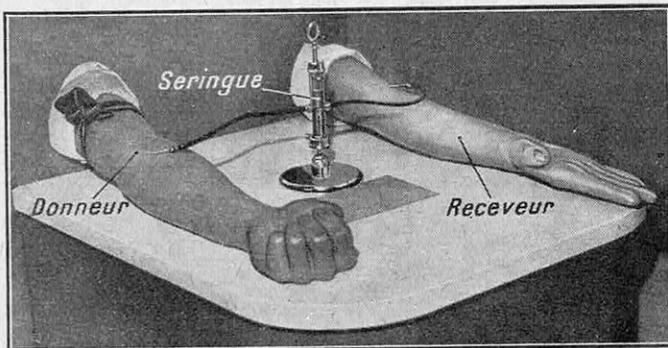


FIG. 7. — LA SERINGUE JUBÉ EN FONCTIONNEMENT

L'opération s'effectue ici en trois positions, comme avec la seringue Tzanck. Seulement, le passage du temps d'aspiration au temps de refoulement s'effectue par rotation du piston sur son axe vertical. Le piston massif (en verre) porte à cet effet une rainure verticale qui relie au circuit tantôt le côté du donneur et tantôt le côté du receveur.

reste à dire quelques mots de la technique proprement dite.

Le sang extrait de ses « vaisseaux » naturels, veines et artères, se coagule en un temps plus ou moins long si on le laisse au repos. Mais si l'on fait couler du sang dans un circuit de tubes, si l'écoulement n'est pas irrégulier, s'il se forme quelques-uns de ces *tourbillons* (1) dont nous avons aperçu l'ubiquité à propos de la « mécanique des fluides », il se produit des stagnations locales (dans un coude, par

exemple), avec, comme résultat, formation d'un caillot. Mieux encore, ou pire : les simples différences de frottement de divers

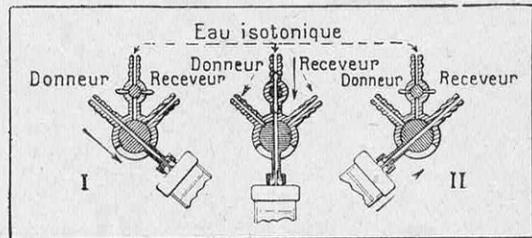


FIG. 8. — SCHÉMA DE FONCTIONNEMENT DE LA SERINGUE DU DOCTEUR TZANCK

I. Premier temps : *Aspiration sur la veine du donneur.* — II. Second temps : *Injection dans la veine du receveur.* — *Au centre, un arrêt éventuel pour compléter la dose transfusée par un apport de sérum artificiel (eau isotonique.)*

plans d'écoulement du liquide (en fonction de leur distance à la paroi du tube) suffisent à la longue pour coaguler le sang si la paroi n'est pas absolument lisse, parce que celle-ci retient alors du liquide. Et c'est encore une « stagnation ».

Or, la transfusion d'un caillot signifie l'administration, au patient, d'une embolie, à moins, ce qui est plus fréquent et plus heureux, que la seringue ne s'engorge, arrêtant l'opération.

Les premières techniques de transfusion avaient prévu ce danger. Aussi tous les médecins précurseurs furent-ils très attentifs à l'appareillage et au circuit allant du donneur au receveur, circuit qui, d'autre part, doit être garanti irréversible. On a, depuis lors, découvert des produits chi-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 339 page 341.

miques bénins (tel que le citrate de soude) qui préservent le sang de la coagulation. Ces *anticoagulants* assurent une certaine latitude dans l'opération de transfusion qui peut se muer, de ce fait, en un « transvasement ». Autrement dit, un récipient intermédiaire peut être prévu, pour les manipulations nécessaires, entre le donneur et le receveur.

Naturellement, ces manipulations doivent être réduites à leur minimum. Il faut d'ailleurs éviter le refroidissement du sang. Et c'est pourquoi la transfusion directe, de sang pur, est la seule indiquée, toutes les fois qu'elle

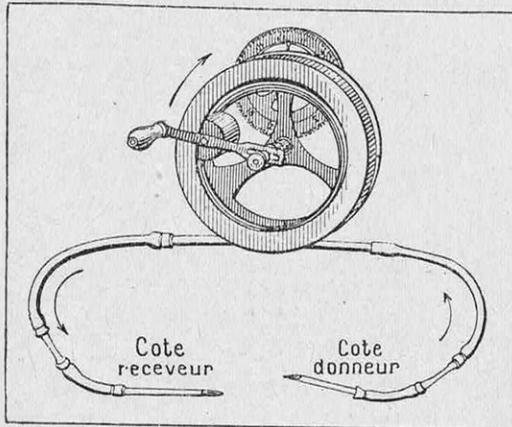


FIG. 9. — L'APPAREIL ROTATIF DE NOËL RESSUSCITÉ PAR LE DOCTEUR JOUVELET
Un rouleau écrase, en tournant à l'intérieur d'un tambour, un tube de caoutchouc qui est appliqué contre cette paroi. Il comprime ainsi le sang d'une façon continue dans le même sens : donneur receveur. Le même principe est utilisé dans l'appareil électrique à dosage compté dont on voit la photographie figure 10.

est praticable. Nous allons examiner rapidement les appareils imaginés par les praticiens. Terminons, auparavant, cette question du sang « transvasé ». Son terme logique est celui que nous avons évoqué dès nos premières lignes : le *stockage* du sang prélevé à loisir (1) sur les donneurs soigneusement sélectionnés.

(1) Un médecin russe, docteur Judine, a préconisé le prélèvement du sang sur les cadavres, dans les six heures qui suivent la mort, en vue de sa conservation. Il a réalisé ce tour de force à Moscou, dans des conditions

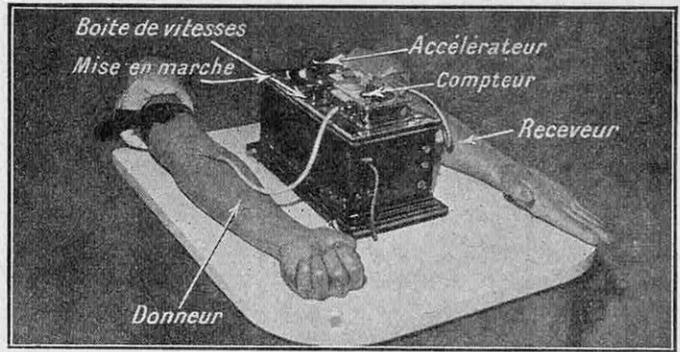


FIG. 10. — L'APPAREIL AUTOMATIQUE DE JOUVELET
Il comporte un système moteur électrique intérieur, qui actionne une pompe curieuse dont le principe est expliqué figure 9. La vitesse d'écoulement est à la disposition de l'opérateur. Un compteur lui indique les doses transfusées à chaque instant.

Stabilisé au citrate, le sang est recueilli dans des ballons scellés, puis conservés en frigorifique aux environs de $+4^{\circ}$ C. Transporté en voiture frigorifiée, le sang conservé est réchauffé à 38° au moment de l'injection intra-veineuse. Il est certain que cette technique permet de généraliser beaucoup la transfusion sanguine. Un médecin de campagne peut disposer, dans son armoire frigorifique, du sang stabilisé. Quant au service des armées, la pratique seule peut dire si les ambulances de première ligne, les postes de secours peuvent réchauffer et transfuser le sang. Il semblerait plus pra-

qui ne sont pas à prévoir chez nous. L'utilisation du sang de cadavre n'est qu'une curiosité sans avenir. Mais Judine avait montré par là même la possibilité de conserver du sang *in vitro*, procédé actuellement très étudié, notamment pour les nouvelles propriétés que le sang acquiert en vieillissant.

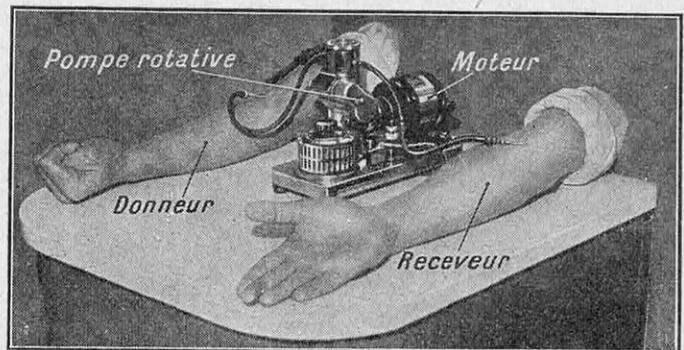


FIG. 11. — L'APPAREIL AUTOMATIQUE BÉCART
Ici encore, le système « aspirant-soulant » est mû par un moteur électrique. La pompe est rotative, mais d'un principe qui n'est ni « centrifuge », ni « à ailettes ». Le « piston » se meut à l'intérieur d'un rotor massif — ce qui évite les clapets et les angles morts. (Ce système — véritable cœur artificiel — a été décrit dans *La Science et la Vie*, n° 193, page 34.)

tique et préférable, du point de vue médical, de constituer, dans les campagnes aussi bien que dans les armées, un corps bénévole de donneurs soigneusement étudiés à l'avance. Le groupe sanguin d'un individu demeurant identique au cours de toute son existence, rien ne s'oppose à ce que les infirmiers, d'abord en tant que donneurs éventuels, et puis tous les combattants (receveurs possibles) portent sur leur livret militaire l'indication de leur groupe sanguin. Ainsi, les compatibilités pourraient être immédiatement reconnues par les médecins-majors.

La corvée — simple corvée — imposée aux donneurs n'a rien d'un service héroïque. N'a-t-on pas vu récemment le « doyen » des donneurs de sang, âgé de cinquante-neuf ans, infirmier de l'hôpital de Pontoise, en parfaite santé malgré vingt transfusions données par lui en vingt-quatre mois. Il suffit d'un repos de quelques jours pour réparer le déficit sanguin causé par la saignée.

La conservation du sang ne saurait être d'ailleurs indéfinie.

Les appareils de transfusion

Le meilleur appareil est celui qui convient le mieux à l'opérateur, celui dont il a pris l'habitude. Car la technique de la transfusion relève moins d'un appareillage que du savoir-faire du praticien. Les difficultés à prévoir viendront plutôt de la conformation des veines du receveur, par exemple, que du plus ou moins de commodité de la pompe.

Actuellement, il existe quatre modèles, pour ainsi dire classiques, d'appareils aspirant le sang du donneur et le refoulant dans les veines du receveur. Deux sont à main, deux sont à moteur électrique avec dosage et comptage automatiques. Il est évident que, dans un hôpital civil, ceux-ci ont plus de chance de réussite que dans les cas d'opération improvisée, sur le

lieu même de l'accident par exemple.

Les deux appareils manuels sont : la seringue du docteur Tzanck et celle du docteur Jubé. L'une et l'autre résolvent le même problème « hydraulique » qui est d'éviter au liquide le passage par des clapets ou par des coudes accentués.

Tzanck met en œuvre un robinet à trois voies : deux de ces voies sont respectivement branchées sur le donneur et sur le receveur ; la troisième, centrale, s'alimente facultativement sur une réserve de sérum physiologique (artificiel), en cas de transfusion massive.

L'axe de la seringue, dirigé vers le donneur dans le temps d'aspiration, se tourne vers le receveur dans le temps de refoulement. Le déplacement angulaire que ce changement de direction nécessite est celui-là même qui dirige l'ouverture et la fermeture du robinet à trois voies, — robinet qui assure, par conséquent, l'irréversibilité du sens circulatoire.

La seringue Jubé résout le même problème par simple rotation non plus du corps de la seringue autour d'un robinet, mais du piston lui-même sur son axe propre au sein du

cylindre de la seringue. Le piston porte des rainures-encoches qui ferment un certain côté (receveur) durant le temps d'aspiration du côté donneur. En pivotant sur lui-même, une fois parvenu au point mort haut, le piston renverse le sens de circulation et le refoulement s'effectue du côté donneur, le côté receveur étant fermé.

Les appareils automatiques, à moteur, sont celui du docteur Jouvelet et celui du docteur Bécart.

L'appareil du docteur Jouvelet revient, dans son principe, à ressusciter l'un des appareils du XIX^e siècle, celui du docteur Noël, fabriqué par Colin dès 1876. La canalisation de transfusion, en caoutchouc

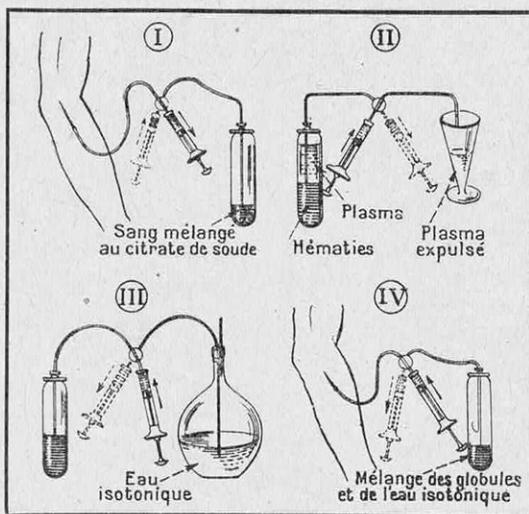


FIG. 12. — LES QUATRE OPÉRATIONS DE LA TECHNIQUE DU « LAVAGE » DU SANG DANS LE CAS D'UNE INTOXICATION MASSIVE

I. On prélève le sang malade qu'on mélange au citrate de soude, anticoagulant. — II. Par centrifugation, on a séparé le plasma des hématies. Par manœuvre (aseptique) de la seringue (analogue à celle de Tzanck), on rejette le plasma intoxiqué. — III. On remplace le plasma rejeté par un plasma artificiel (eau « isotonique », de salure déterminée). — IV. Le nouveau mélange obtenu est enfin réinjecté au malade.

souple, se trouve enroulée à l'intérieur d'un tambour sur lequel un rouleau l'écrase en tournant : ainsi, le rouleau comprime le sang dans une direction pendant que le tube de caoutchouc reprenant sa forme cylindrique (de plus grand volume) aspire de nouveau le sang donneur. La transfusion est continue. La construction de l'appareil moderne de Jouvelet est évidemment des plus raffinée.

L'appareil du docteur Bécart a été déjà décrit dans *La Science et la Vie* (1) : les pistons « aspirant-foulant » sont placés, radialement, à l'intérieur du distributeur-tournant. Depuis, Bécart a, comme Jouvelet, adjoint à l'appareil un compteur des doses sanguines transfusées.

Vues d'avenir sur la transfusion

Ayant exposé les principes biologiques et la technique physique de la transfusion sanguine, nos lecteurs ne s'étonneront pas que nous passions très rapidement, selon notre coutume, sur les indications cliniques, qui appellent son intervention. C'est l'affaire du médecin.

Disons quelques mots, pour terminer, d'un avenir particulièrement séduisant, mais encore controversé, de la transfusion sanguine : l'*immuno-transfusion*, c'est-à-dire la transfusion pratiquée au cours des maladies infectieuses.

On peut transfuser à un receveur malade

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

le sang d'un convalescent relevant de la même maladie. On transvase de la sorte dans l'organisme infecté les moyens de défense spécifique acquis par le malade guéri. La typhoïde peut se traiter de cette manière, encore qu'il faille faire quelques réserves que nous laissons aux spécialistes. Car la simple transfusion de sang pur, dans les cas de maladies infectieuses, possède un effet bien naturel : elle renforce simplement les moyens de défense du receveur. Elle aide, par exemple, à vaincre une septicémie « à streptocoques », celle-là même qui peut frapper les mères nouvellement accouchées.

Les intoxiqués (notamment par l'oxyde de carbone) se trouvent naturellement bien de l'apport d'un sang frais dont l'hémoglobine n'a pas été paralysée par le gaz redoutable.

Signalons encore cette thérapeutique étonnante, valable en certains cas, et qui consiste à faire passer le sang d'un sujet dans une éprouvette, à séparer le sérum des globules, à rejeter le plasma, à laver les globules et à renvoyer enfin ceux-ci à leur propriétaire original, dûment nettoyés et pourvus d'un sérum artificiel : eau isotonique (fig. 12).

Nous pensons que c'est là le suprême tour de force des praticiens de la saignée. Leurs ancêtres du XVII^e siècle, y compris Dupuis, le père de la transfusion, en seraient tout éberlués.

JEAN LABADIÉ.

Si, en France, le nombre de chômeurs inscrits est encore élevé (1) — environ 350 000, — il eût été moindre si, parmi ces chômeurs, on eût pu trouver plus d'ouvriers « qualifiés », parce que le travail de ceux-ci exige l'embauchage de plusieurs manœuvres qui lui sont nécessaires. Ainsi, dans la sidérurgie, les mines, le chômage est relativement insignifiant, car ces industries exigent des professionnels éprouvés, et ils sont à peu près tous pourvus d'emploi. La lutte contre le chômage systématiquement organisée doit donc être tout d'abord complétée par une rééducation professionnelle et un apprentissage approprié, puis par l'organisation rationnelle du placement. Parmi tous ceux qui entonnent de nos jours l'hymne à la production, il y en a peut-être beaucoup qui ignorent que le développement de cette production dépend de la formation professionnelle. Planistes, réformistes doivent se mettre d'accord sur l'ensemble cohérent à réaliser et arrêter les grandes lignes directrices d'une doctrine. En dehors de là, pas de salut ; mais des programmes plus ou moins opportuns et partiels, exécutés sans aucune coordination entre eux, n'apporteront pas de solutions d'ensemble. C'est la négation même du plan qui doit tenir compte avant tout des facteurs suivants : réorientation économique, formation professionnelle, mise à la retraite des travailleurs âgés, etc. (2).

(1) Le *Journal officiel* du 24 décembre 1937 indique 351 129 chômeurs inscrits, en augmentation de plus de 6 000 d'une semaine à l'autre.

(2) Par suite du prix de revient dans les industries du bâtiment, le chômage y sévit plus particulièrement : 100 000 ouvriers sans travail actuellement ! Rien qu'à Paris, les autorisations de bâtir sont tombées de 2 000 en 1929 à 250 pour les neuf premiers mois de l'année 1937.

PRENONS L'ÉCOUTE

A PROPOS DE RECORDS D'AVIONS MILITAIRES ALLEMANDS

L'aviation militaire française est assez critiquée en ce moment : or, critiquer c'est comparer. A la suite du dernier record de vitesse « pure » pour avions terrestres établi par l'avion de chasse allemand *Messerschmidt-109*, à 611 km/h, on a pu se rendre compte que nos appareils de chasse étaient évidemment surclassés par les appareils du type *Me-109* des forces aériennes allemandes. Ces appareils — construits en série et dont l'avion de compétition était un des modèles courants, mais plus poussé, utilisant peut-être un carburant spécial (1), pour atteindre cette performance jusqu'ici unique — ont fait indubitablement la preuve de leur supériorité. Il est donc juste de faire remarquer que le *Me-109*, monoplan de chasse équipé et armé « en guerre » avec moteur-canon « Junkers » (480 km/h) ou moteur-canon « Daimler-Benz » (550 km/h), destiné aux formations militaires, est de ce fait un peu moins rapide que celui qui a battu l'ancien record de 567 km/h, mais il dépasse néanmoins 550 km/h ! Il atteindrait même (avec emploi de compresseur), à une altitude de l'ordre de 3 500 m par exemple, au moins 750 km/h. Sa vitesse ascensionnelle est remarquable : 1 mn 45 s pour atteindre 3 000 m. Or, actuellement, nous n'avons à opposer à ces rapides « chasseurs » que les *Bloch-200* et *210*, les *Amiot-143*, dont la vitesse de croisière n'atteint certainement pas 300 km/h. Quant au futur *Morane-405*, qui va bientôt entrer en service, sa vitesse est, par contre, beaucoup plus grande. D'après les résultats d'essais publiés à ce jour, elle serait même de l'ordre de 460 km/h, ce qui est déjà fort appréciable.

Plus récemment encore, après ce record brillamment conquis par l'appareil de chasse allemand *Messerschmidt* de série, voici une autre performance, également sans précédent, réalisée par l'avion bimoteur *Heinkel-111* (2) — moteurs « Daimler-Benz » D. B. de 640 ch — en novembre dernier : sur 1 000 km de distance, cet avion porteur (bombardier) a transporté 1 000 kg de charge utile à la moyenne de 504 km/h. Ainsi sont tombés simultanément tous les records enregistrés jusqu'ici, pour la même charge enlevée, par les avions italiens (*Savoia* et *Breda*). La vitesse de 475 km/h avec 1 tonne de charge « arrachée » était en effet détenue par un pilote de l'aviation militaire italienne. A noter que, comme le *Me-109*, le bimoteur *Heinkel* est maintenant construit régulièrement pour équiper les formations aériennes du III^e Reich. Ajoutons enfin que non seulement l'Allemagne possède sans doute actuellement les engins de guerre aérienne les plus redoutables au monde, mais encore son potentiel industriel lui permet d'en fabriquer le plus grand nombre par mois (300, dit-on) qu'on ait jamais enregistré. De leur côté, les Anglais, en pleine activité constructive, nous offrent leurs fameux *Bristol-Bleinheim*, capables d'enlever

(1) Il est à peu près certain que ces magnifiques performances ont été réalisées en utilisant des avions à cellules plus chargées au mètre carré que celles couramment employées avec les appareils de série ; il est probable aussi que les moteurs, en la circonstance, ont été — comme disent les techniciens — « gonflés » et alimentés avec des carburants spécialement composés à cet effet.

(2) Il existe encore, dans les escadrilles allemandes, un autre appareil non moins remarquable. C'est le *Dornier* multiplace (*Do-17*) qui atteint la vitesse de 375 km/h, avec un rayon d'action de 2 500 km, avec 1 000 kg de charge. Un quadrimoteur *B-5* à grand rayon doit dépasser 420 km/h.

500 kg de charge à la vitesse de 460 km/h. L'aviation soviétique presse vigoureusement, depuis 1937, la construction en grande série des *Boeing*, appareils des plus réputés de l'aéronautique américaine.

Quant aux bombardiers italiens, ils ont antérieurement conquis tous les records d'altitude pour hydravions, avec des charges croissantes et avec des rayons d'action sans cesse accrus. L'aviation soviétique « travaille » également dans le même sens : elle applique son effort à conserver, pour ses avions terrestres, les nombreux records d'altitude enregistrés au cours des dernières années avec les plus lourdes charges. Cela tend une fois de plus à démontrer que les appareils de bombardement de l'U. R. S. S., parmi les plus récemment construits, sont maintenant en mesure d'accomplir — avec succès — des missions sur des objectifs éloignés avec une puissance de destruction que peu d'engins égalent encore pour l'instant. En effet, il ne faut pas perdre de vue que ces records de vitesse et d'altitude, avec charges croissantes et autonomie également croissante, sont précisément ceux qui dénotent, pour les appareils classés parmi les premiers, les performances les plus démonstratives de leurs qualités spécifiquement militaires.

En ce qui concerne les équipages affectés à ces différents appareils des diverses nations, on doit reconnaître, en toute objectivité, que, de nos jours, les armées aériennes modernes possèdent toutes d'excellents pilotes, d'excellents mitrailleurs, d'excellents bombardiers, dont les qualités militaires et techniques sont indéniables. Nos compatriotes n'ont, à ce point de vue, rien à leur envier ; ils ont fait leurs preuves. Mais ce qui importe surtout pour établir la supériorité des forces aériennes d'une nation dans le combat, c'est non seulement le personnel combattant, mais aussi — et au moins au même titre — le matériel et le commandement. Les opérations d'Éthiopie, d'Espagne, d'Extrême-Orient — quelque réduites qu'elles soient par rapport à une grande guerre européenne — ont mis en évidence la valeur de certains principes que l'expérience vérifie journellement. Ajoutez à cela une bonne organisation des services de l'arrière (ravitaillement, réserve de matériel, réserve de personnel, ateliers de réparations, services de renseignements, de météo, de radio) et c'est alors que sera réalisé un ensemble parfaitement cohérent pour qu'une aviation soit en mesure d'affronter l'adversaire dans les conditions requises en vue de soutenir la lutte avec le plus de chances de vaincre. À armes égales, c'est alors la valeur individuelle qui triomphe en dernier ressort.

POUR UN PLAN DE CONSTRUCTION DE MATÉRIEL FERROVIAIRE

Le nouveau régime imposé par le décret-loi de 1937 aux grands réseaux de chemins de fer français constitués en Société nationale a surtout pour but de remédier au déficit permanent de leur exploitation, qui s'est progressivement et rapidement élevé, depuis 1930, de 17 % des recettes à 41 % (1936). Pour 1937, les résultats ne sont pas encore connus, mais ce pourcentage serait, semble-t-il, encore plus élevé (de l'ordre de 5 000 millions de francs probablement). Or, la nouvelle Société Nationale des Chemins de Fer doit désormais faire face (sans emprunts) à l'équilibre budgétaire pour que celui-ci soit réalisé dès 1939 (art. 18 et 19 du décret-loi), d'où la nécessité de relever — *autant de fois qu'il sera indispensable* — les tarifs en vigueur. Ainsi les nouvelles méthodes de gestion financière des réseaux mises en application en 1937-1938 vont exercer une incidence profonde sur la vie économique du pays, par suite de l'accroissement considérable du prix des transports par voie ferrée. D'autre part, il est à présumer que les programmes de modernisation ferroviaire — toujours ajournés ou considérablement réduits par suite des déficits au cours des années antérieures — seront enfin entrepris pour mettre notamment le matériel de traction et le matériel roulant en général, à la hauteur des progrès mécaniques tels que ceux remarquablement réalisés à l'étranger depuis 1919. Or, nos anciennes compagnies, dans l'impossibilité de disposer de crédits suffisants,

avaient sans cesse amenuisé leurs commandes à l'industrie privée, d'où insuffisance de matériel pour l'exploitation et réduction de la main-d'œuvre employée pour la construction de locomotives, de voitures métalliques, de wagons (marchandises), sans parler ici des autres questions d'exploitation et d'équipement des voies ferrées. C'est ce qui explique, entre autres, les graves conséquences résultant des récentes catastrophes de 1937, dues notamment à l'utilisation de voitures en bois dans la composition des trains (surtout pendant les périodes de trafic plus intense) par suite de l'insuffisance des parcs en matériel vraiment moderne. Rappelons à ce propos qu'en 1936 les grands réseaux n'ont passé commande que pour 20 machines contre 400 en 1930 par exemple, et environ 250 voitures métalliques (plus de 700 en 1930). Il n'est pas étonnant dès lors que les effectifs ouvriers se soient abaissés, dans les ateliers de construction, de 30 000 (chiffre approximatif du travail en 1930) à 10 000 environ au début de 1937. Si la nouvelle Société Nationale des Chemins de Fer ne trouvait pas des ressources suffisantes pour remédier à une telle situation, non seulement le rendement d'exploitation ne s'améliorerait pas, non seulement elle n'atténuerait pas le nombre des chômeurs, mais elle porterait en outre, en cas d'accidents, une terrible responsabilité pour n'avoir pas pris les mesures indispensables pour réduire au minimum le nombre et la gravité des accidents, et cela faute d'un matériel approprié présentant le maximum de sécurité pour les voyageurs.

Actuellement, les commandes passées aux industries privées travaillant pour les besoins de la défense nationale enrichissent — même par ces temps de sous-consommation — ceux qui en sont bénéficiaires ; elles ont, par contre, le mérite de diminuer notablement le chômage. C'est, du reste, l'une des raisons pour laquelle il n'y a plus d'ouvriers spécialistes ou qualifiés disponibles. Il en serait évidemment de même (pour d'autres spécialités) si nos ateliers de construction et nos usines de réparation de matériels de chemins de fer retrouvaient une plus grande activité dans la production, grâce à la mise en exécution d'un vaste plan ferroviaire méthodiquement conçu, rapidement exécuté, et suffisamment « financé », ne fût-ce, en dépit de l'orientation de la politique financière actuelle, qu'au moyen d'emprunt.

SIDÉRURGIE EUROPÉENNE ET SIDÉRURGIE AMÉRICAINE

La sidérurgie, après avoir enregistré une étape considérable dans la production internationale, a paru subir un ralentissement marqué (à partir du deuxième semestre de l'année dernière). Après une demande considérablement accrue de la consommation et une hausse des prix (1) non moins considérable, les producteurs s'inquiètent à nouveau. Pour la France, la moyenne mensuelle des exportations d'acier, qui était de 116 000 t en 1936, s'était en effet progressivement relevée à 148 000 t pour le premier semestre de 1937 et à 193 000 t au début du second ; mais il semblerait que la situation apparaît maintenant comme beaucoup moins favorable, car les carnets de commandes sont moins bien garnis. Cependant, en parcourant les comptes présentés par certaines firmes métallurgiques, on constate que la sidérurgie française a réalisé des bénéfices considérables (2) au cours du dernier exercice, dus pour une large part à l'exécution du programme d'armement. Ainsi, pour ne citer que trois exemples, — mais suffisamment démonstratifs, — les *Aciéries de la Marine et Homécourt*, au 30 juin dernier, avaient réalisé un bénéfice de 23 millions 107 000 f contre 14 millions 323 000 f précédemment ; les *Aciéries de Longuy*, 17 millions 487 000 f contre 10 339 000 f ; les *Aciéries du Nord et de l'Est*, 28 millions 558 276 f au 30 juin 1937 contre 18 917 634 f pour l'exercice 1936. Nous pourrions indiquer

(1) La production mondiale a atteint une moyenne mensuelle de 11 400 000 t pour le premier semestre 1937 contre 9 874 000 t en 1929 et 4 140 000 t en 1932 (Etats-Unis, 4 871 000 t ; Grande-Bretagne, 1 073 000 t ; Allemagne, 1 591 000 t ; Belgique, 312 000 t).

(2) Il faut tenir compte bien entendu de la valeur du franc (au change) à la date où ont été établis les bilans successifs par suite des dévaluations successives de la monnaie nationale française depuis 1928 jusqu'à 1937. (N. d. l. R. au 30 décembre 1937.)

d'autres résultats aussi satisfaisants pour la plupart des autres sociétés sidérurgiques. La crise économique, qui sévit si lourdement dans bien des industries et de nombreux métiers, a été, comme on le voit, assez légère pour l'industrie lourde. Aujourd'hui, on nous rappelle — opportunément — que la production d'acier en France, qui était de 9 700 000 t en 1929, ne serait cependant que de 8 364 000 t en 1937. Elle tend à baisser mensuellement (662 000 t par exemple en septembre dernier contre 697 000 t en juillet). D'après ces indications, la production annuelle serait ramenée à 7 940 000 t au lieu de 8 364 000 t, chiffre ci-dessus prévu. Aussi, en présence de ce ralentissement et des charges nouvelles à la production, les Acieries françaises ont demandé au Comité National de Surveillance des Prix de nouvelles majorations, afin de maintenir si possible la marge bénéficiaire dont elles disposaient antérieurement au ralentissement actuel de la production. Or, dans l'état du marché extérieur et intérieur, il est à prévoir plutôt une tendance à la baisse des prix qu'une nouvelle hausse, après celle, considérable, qui s'est manifestée en 1936-1937. Les résultats d'exploitation publiés par les sociétés intéressées prouvent que la métallurgie française a réalisé, à cette époque, d'imposants bénéfices qu'elles ne connaissent plus depuis longtemps. Or, il faut bien admettre que les prix actuels sont des maxima et qu'en dépit des ententes internationales on ne pourra évidemment pas les maintenir en période de baisse accentuée des prix de la plupart des matières premières, après une hausse parfois injustifiée, souvent exagérée, due notamment à la spéculation internationale. Le marché sidérurgique mondial, si bien tenu qu'il soit, ne pourra se soustraire à la loi économique, surtout au moment où les États-Unis — les plus grands producteurs du monde — cherchent des débouchés à l'extérieur pour compenser leur sous-consommation à l'intérieur. Il faut à « tout prix », dit-on aux États-Unis, que les producteurs américains écoulent leur métal. Les contractants de l'Entente Internationale de l'Acier en Europe auront évidemment à se défendre pour maintenir leurs privilèges. Peut-être alors, — pour une fois, — le consommateur bénéficiera de cette rivalité, car les ententes et les cartels de vente se constituent toujours à ses dépens. C'est la conséquence de toutes transactions sur un marché qui n'est plus libre (1).

POSSIBILITÉS DE DEMAIN DES TRANSPORTS AÉRIENS

Dans l'aviation de transport, au delà de 350 à 400 km/h, la vitesse « commerciale » ne paye pas ! Les appareils aériens qui atteignent aujourd'hui 500 km/h et même 600 km/h sont, en effet, de gros consommateurs de carburant et les avantages de l'accroissement de vitesse ne compenseraient pas le surcroît de dépenses occasionnées, — au point de vue du rendement économique s'entend. Si le pilote italien Agello détient toujours, avec son hydravion *Macchi* à double moteur Fiat de 3 000 ch, le record du monde avec 709 km/h, et si certains « acrobates » de l'air ont pu, en « vol piqué », réaliser 800 km/h, de telles performances ne sauraient cependant être retenues du point de vue de l'exploitation de lignes commerciales aériennes. Théoriquement, le calcul permet de déterminer la limite pour l'accélération dans l'espace : elle est voisine de la vitesse du son (2). Celle-ci, dans la stratosphère, est d'environ 1 040 km/h ; au niveau de la mer, elle est de l'ordre de 1 200 km/h. Cette limite résulte du fait qu'une onde de pression ne parvient pas à se propager plus vite que le son. Mais si un avion va plus vite que le son ne se propage, non seulement la quantité d'énergie nécessaire est énorme, de plus on se trouve alors aux prises avec des phénomènes que l'on peut désigner sous le vocable de « collisions d'air ». Pour ces raisons précédemment exposées ici (3), il y a lieu de croire — jusqu'à nouvel ordre — qu'en l'état actuel de nos connaissances dans ce domaine, on devra se

(1) Rappelons qu'en Europe, le marché sidérurgique est entre les mains de l'Entente Internationale de l'Acier (E. I. A.), qui comprend : France, Allemagne, Belgique, Luxembourg, Pologne, Hongrie, Autriche, Tchécoslovaquie.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 225, page 213. — (3) Voir *La Science et la Vie*, n° 225, page 215.

contenter d'une vitesse-limite comprise entre 950 km/h et 1 050 km/h. C'est du moins ce que nous enseigne le calcul pour les aéronefs actuels, tels qu'on les conçoit et qu'on les construit aujourd'hui. Mais demain?... De nouveaux types seront peut-être imaginés et exécutés par la future construction aéronautique, et alors ces prévisions pourraient s'évanouir. La science de l'air (et les techniques qui en découlent) est encore relativement récente : nul ne sait devant quelles découvertes nous nous trouverons — un jour ou l'autre — grâce aux recherches des savants au laboratoire, des ingénieurs au bureau d'études, des constructeurs à l'atelier... Quoiqu'il en soit, le moteur d'aviation, dans son état actuel, nous offre une limite de puissance qui peut être atteinte prochainement, et alors?... Et puis, il y a aussi les limites de la physiologie humaine : l'enquête entreprise récemment par la *Royal Aeronautical Society*, à Londres, prouve qu'on s'en préoccupe activement. C'est sans doute pour des motifs analogues qu'en Allemagne un pilote qui n'a pas à son actif 600 h de vol n'est pas autorisé à conduire *seul* un appareil de transport ! Il faut, en effet, une endurance et une adaptation pour le vol en altitude et le vol de vitesse qui varient avec chaque sujet, et celui-ci doit subir au préalable un minutieux examen scientifique sous la responsabilité des spécialistes.

Combien de problèmes se posent encore — pour l'homme comme pour la machine — et qu'il faudra résoudre avant d'entreprendre la réalisation de certains rêves — encore trop audacieux — pour la locomotion aérienne...

LA SIDÉRURGIE ALLEMANDE S'APPROVISIONNE EN MINÉRAI EN SUÈDE ET EN FRANCE... EN TEMPS DE PAIX

La Suède, qui possède les riches minerais de Laponie, est, avec la France (minerai lorrain), le principal fournisseur de fer du III^e Reich. Celui-ci accumule, en échange de devises (qu'ils se procure du reste assez difficilement), des stocks de ces minerais pour alimenter ses hauts fourneaux et constituer, en outre, des réserves importantes pour assurer ses fabrications de guerre en cas de conflit. D'après M. Bé-racha, qui a étudié la question, les importations allemandes en minerai de fer se répartissent ainsi : Suède, 42 % ; France, 33 % ; Espagne (pour 1936), 7 % ; pays divers, 18 %. Pour donner une idée du rôle que joue dans l'économie allemande le minerai scandinave, mentionnons par exemple qu'en août dernier la Société Grunberg a exporté, à elle seule, plus de 1 230 millions de t de minerai contre 750 en août 1936. Cette société dispose de 90 % du minerai lapon et près de 65 % de sa production a été livrée à l'Allemagne ! On sait que, dans l'économie suédoise, le minerai de fer tient la première place pour l'exportation, même avant le bois et la pâte à papier. Par contre, on peut se demander si, en cas de guerre, le Reich pourrait continuer à recevoir aussi régulièrement et en de telles quantités, le minerai de Suède ? L'U. R. S. S. pourrait bien alors intervenir sur mer et singulièrement compliquer le ravitaillement des sidérurgistes allemands en matière première.

LA MARINE MARCHANDE PÉRICLITE EN FRANCE

Une nation comme la France, qui possède un vaste empire colonial, doit être aussi une puissance navale capable de le conserver et d'assurer ses communications avec la métropole. Une nation comme la France doit aussi, pour développer son commerce, pouvoir disposer d'une marine marchande susceptible d'assurer son trafic dans le monde. Or, le *Lloyds Register* publie chaque année une statistique indiquant les tonnages des flottes marchandes des différents pays. En juillet 1937, le tonnage de ces flottes était de 66 286 024 t, en accroissement de 1 222 381 t par rapport à 1936. Ce sont la Norvège, le Japon, l'Angleterre (Irlande comprise), l'Allemagne, la Hollande, l'Italie qui accusent, dans l'ordre d'énumération, les augmentations les plus fortes. Par contre, sont en diminution les tonnages de la

France (— 132 206 t), de l'Espagne, des Etats-Unis. Mais si on compare les tonnages, non plus d'une année à l'autre, mais de 1914 à 1937, soit sur une période de 23 ans, on constate, au contraire, que ce sont les Etats-Unis qui arrivent en tête avec + 361 milliers de tonnes (non compris la flotte des grands lacs), puis le Japon, la Norvège, la Grèce, l'Italie. Quant à la France, elle n'a même pas enregistré 50 milliers de t pendant ce laps de temps !

Cependant, le fret constitue un élément important dans l'établissement de la balance commerciale d'une nation ; à ce point de vue, nous sommes donc mal partagés. Rappelons à ce propos que, depuis une année, le fret a considérablement augmenté, d'où d'importantes recettes pour l'économie des pays qui en disposent. Il est vrai qu'après une hausse des frets aussi brutale qu'injustifiée, un notable fléchissement des prix s'est produit en septembre dernier, provenant, pour une large part, du fait des spéculateurs. Ceux-ci exercent en effet leur activité, rarement bienfaisante, sur les valeurs industrielles, les matières premières, les marchandises et aussi sur les frets. Ainsi, la spéculation internationale fausse les prix et modifie artificiellement l'état des marchés, ce qui entraîne fréquemment des pertes considérables pour ceux qui, ne spéculant pas, sont victimes des cours exagérés des matières premières qu'ils transforment, ou des produits qu'ils utilisent dans leur industrie ou leur commerce. Obligés de constituer des stocks par mesure de prévoyance, ils les achètent souvent aux plus hauts cours. Par la suite, ils sont les victimes de la spéculation internationale qui, quelque temps après, effondre le marché et ruine ainsi producteurs et transformateurs. Il en a été de même pour les frets où, là aussi, s'est exercé le « jeu » des intermédiaires qui « manœuvrent », dans ce domaine, comme à la Bourse des Valeurs ou à la Bourse du Commerce.

LA PRODUCTION SIDÉRURGIQUE AUTARCIQUE DES ÉTATS TOTALITAIRES

Afin de poursuivre un programme d'armements à outrance, il faut, au préalable, établir un plan en vue de se procurer notamment les métaux nécessaires en quantité suffisante et, en particulier, le fer. C'est pourquoi les grandes puissances militaires, qui en sont plus ou moins dépourvues, ont confié à des organisations spéciales la mission de s'en procurer par tous les moyens — en dehors des achats à prix d'or — que la science et la technique mettent aujourd'hui à leur disposition — et cela sans tenir compte du *prix de revient*. Ceci indique précisément le caractère autarcique d'une telle production. Ainsi, le Reich, l'Italie, le Nippon ont institué des organismes du Métal pour exploiter tout d'abord leurs ressources nationales : traitement des minerais pauvres, récupération des déchets, prospection en vue de découvrir de nouveaux gisements, etc. Progressivement, les Etats totalitaires espèrent ainsi s'affranchir des fournitures étrangères pour le plus grand bien des finances nationales et pour une plus grande sécurité d'approvisionnement en cas de guerre. Nous avons déjà signalé (1) qu'avait été instituée, dans cet esprit d'économie intérieure, la Société allemande *Hermann Goering* : elle commença par nationaliser en quelque sorte toute la production sidérurgique et s'efforça de l'intensifier grâce à une rationalisation poussée dans le domaine des exploitations minières et métallurgiques.

Il en fut de même en Italie, où l'« Institut de Reconstruction industrielle », récemment créé, a fondé une société financière sidérurgique pour développer le rendement de la métallurgie à l'intérieur même de la péninsule. Suivant les prévisions du Duce, l'armée italienne, dès 1940, pourrait ainsi assurer ses fabrications de guerre en n'utilisant que de l'acier spécifiquement italien. Le Conseil suprême pour l'Autarcie, qui vient d'être institué à Rome, en octobre dernier, aura notamment pour mission de coordonner les travaux de recherches scientifiques et d'aménagements techniques de l'ensemble des industries italiennes. Enfin, le Japon, lui aussi,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 244, page 301.

s'efforce de coordonner ses activités nationales en vue de réaliser — autant que possible — l'autarcie sidérurgique sous l'égide de la *Japon Iron Manufacturing Co.* Que deviendront toutes ces nouvelles industries à grand rendement, lorsque les buts militaires seront atteints? Quelles répercussions exerceront-elles — un jour — sur les marchés internationaux des matières premières, lorsque les courants d'échanges seront rétablis et lorsqu'il faudra dès lors tenir compte des prix de revient? Attendons-nous à subir une concurrence sévère où le dumping jouera son rôle, de la part de certaines nations cherchant à exporter à tout prix.

L'INDUSTRIE CÉRAMIQUE DE LIMOGES EST EN PÉRIL

C'est un fait que, depuis la crise qui a bouleversé l'économie américaine, l'industrie de la porcelaine de Limoges (qui trouvait aux Etats-Unis ses meilleurs débouchés) en a subi les fâcheuses répercussions, à tel point qu'un certain nombre d'usines ont dû fermer définitivement leur porte. Mais, là aussi, s'est exercée la concurrence des fabrications étrangères à bas prix aux dépens de l'industrie limousine. M. J. Bernardeau, membre du jury de l'Exposition de 1937 (classe de la Céramique), écrivait dernièrement que le Japon, dès avant la guerre, cherchait par ses moyens habituels à faire une place à ses porcelaines sur le marché américain, en les y vendant à bon marché tout en s'inspirant des productions de Limoges afin de les imiter le mieux possible. Les Japonais mirent aussi à profit les années 1914 à 1918, pendant la mobilisation générale en France, pour exercer activement la concurrence sans redouter, pendant cette période troublée, les importations européennes. Par la suite, après le traité de paix de 1919, à mesure que les prix français augmentaient d'année en année, nos exportations diminuaient considérablement sur les principaux marchés extérieurs de l'ancien et du nouveau monde. Rien que pour les États-Unis, la valeur des exportations limousines tomba de 46 millions de francs en 1907, à moins d'un demi-million en 1936 (les francs ont été calculés ici au change de 1936). Au cours d'un récent voyage en Amérique, M. Bernardeau nous a confirmé que les plus redoutables concurrents des porcelaines de Limoges sont presque exclusivement le Japon et la Tchécoslovaquie, celle-ci étant déjà très réputée pour ses cristalleries de Bohême. Cela tient évidemment à la différence entre les prix de vente français et les autres : 33 % pour les produits tchèques et allemands ! Cette différence va s'accroître encore à nos dépens au cours de cette année même ! Cependant nos fabrications de Limoges sont toujours aussi appréciées à l'étranger, mais l'écart des prix de vente est devenu trop grand et il a éloigné l'acheteur, même parmi les plus convaincus de la supériorité artistique de la céramique de Limoges. Telle est la situation angoissante — au même titre que tant d'autres — de l'une des plus belles industries françaises : actuellement, elle périclité sans remède en perspective et risque d'entraîner, par suite, un chômage intense dans la région limousine, déjà si éprouvée par la « crise » de la chaussure. Ainsi nos ventes à l'exportation, de plus en plus s'amenuisant, exercent une fâcheuse répercussion sur notre balance commerciale, de plus en plus déficitaire au cours des derniers exercices et de l'année 1937 en particulier.

POUR UNE EXPOSITION DÉFUNTE...

Lorsque le cinéma en relief et en couleurs naturelles sera parfaitement au point, il sera aussi répandu que le cinéma sonore actuel ; les photographies d'aujourd'hui, même de grandes dimensions, telles que celles qui recouvrirent si copieusement les murs de l'Exposition de 1937, ne présenteront plus dès lors aucun intérêt. La vie, dans toutes ses manifestations, sera en effet présentée en films documentaires « vivants » au lieu de la plate et grise iconographie qui avait envahi la plupart des pavillons de l'Exposition défunte... Le jour où, dans nos villes comme dans nos campagnes les plus retirées, il sera possible de « voir » sans voyager la genèse des grandes découvertes, les nouveautés de la technique, les paysages spectaculaires de tous pays,

les monuments et richesses artistiques de toutes nations, ces « foires » internationales perdront progressivement de leur attrait. De même qu'au XIX^e siècle, la rotative et la linotype — émancipatrices de la pensée, dispensatrices de l'information — ont transformé la civilisation urbaine et rurale, de même, au XX^e siècle, la radiodiffusion et la photoélectricité transformeront la mentalité et le goût de nos contemporains. Ceux-ci se désaffecteront, au fil des générations successives, de ces formules vieilles de nos grandes manifestations internationales et universelles. Une formule d'Exposition vraiment moderne devra alors s'imposer parce qu'elle s'appliquera à une ou plusieurs branches limitées de l'activité humaine eu lieu de chercher à en embrasser l'ensemble. Synthèse coloniale, synthèse des arts décoratifs, synthèse des locomotions, de la découverte scientifique — pour ne citer que quelques exemples — feront ainsi l'objet de manifestations périodiques judicieusement orientées, sélectionnées, en un mot plus « poussées », dans chaque domaine où s'alimente la spécialisation dans le progrès et où puise la culture générale de chacun suivant ses aptitudes, sa formation, sa profession.

Or, l'Exposition de 1937, en dépit des jeux d'eau, de lumière, du son, rappelle trop le type « classique » de 1900, alors que ni la télécommunication, ni le film « parlé » n'avaient encore bouleversé nos conditions d'existence, dans le temps comme dans l'espace. De telles considérations mériteraient d'être méditées par ces aéropages internationaux dont la mission consiste à « organiser » les grandes foires périodiques que se disputent les plus vastes cités du monde. Pôles attractifs des foules d'aujourd'hui, ces Expositions le seront-elles encore demain ?... Cela, à notre avis, semble beaucoup moins certain à une époque où la télévision s'annonce déjà pleine de promesses, où le « radiojournal » menace le « typojournal », où le télécinéma est au point, où le relief et la couleur élimineront peut-être bientôt les films actuels « noir sur blanc » si tristement plats, comme l'héliogravure et l'off-set ont chassé l'image d'Epinal d'autrefois. Le progrès scientifique indéfini, dans ses applications, autorise, d'ores et déjà, toutes ces anticipations.

LA NATION FRANÇAISE PAIERA CETTE ANNÉE 42 MILLIARDS A SES AGENTS DES SERVICES PUBLICS

Les agents en activité et les agents en retraite des services publics coûteront à l'Etat français 42 milliards de francs en 1938. La Nation doit, en effet, rémunérer aujourd'hui 880 000 agents de l'Etat, 515 000 pour les chemins de fer, 150 000 pour la Ville de Paris et le département de la Seine, soit au total 1 million 540 000 agents en activité de service. Il faut encore y ajouter 830 000 retraités. On obtient ainsi 2 millions 370 000 « parties prenantes », sans compter les fonctionnaires des départements et des communes autres que le département de la Seine et la Ville de Paris. Rien que pour le personnel des réseaux ferrés, l'application de la semaine de travail, dont la durée est fixée à 40 heures, a nécessité l'engagement de 80 000 « auxiliaires » supplémentaires. Or, toute rationalisation ferroviaire entreprise par la nouvelle Société Nationale des Chemins de Fer aboutira à supprimer des dizaines de milliers d'emplois, par suite de la suppression prévue de nombreuses lignes en déficit constant d'exploitation. Il faudra alors prévoir une organisation à base de formation professionnelle pour éviter un excès de chômeurs, en les orientant vers des métiers agricoles et industriels. Ajoutons encore qu'en 1938 les sommes versées aux salariés publics représentent à peu près le tiers de la totalité des salaires de la nation tout entière, alors qu'il y a vingt-cinq ans cette proportion n'atteignait pas le cinquième... C'est une constatation inquiétante au point de vue notamment de l'équilibre du budget. Il y a lieu, à ce propos, de faire remarquer que, malgré les sacrifices imposés à la Nation, les fonctionnaires d'aujourd'hui disposent d'une capacité d'achat sensiblement inférieure à ce qu'elle était en 1913. Rappelons enfin que les salaires privés d'aujourd'hui peuvent être évalués à près de 100 milliards de francs (maximum).

L'AVIATION D'ASSAUT DANS LA BATAILLE

Par Camille ROUGERON

INGÉNIEUR EN CHEF DU GÉNIE MARITIME

Aviation de chasse, aviation de bombardement, aviation de reconnaissance, telles sont les grandes divisions actuellement admises de l'arme aérienne. L'intervention directe de l'avion dans la lutte au sol, tentée dès 1918 et pratiquée systématiquement pendant la conquête de l'Éthiopie comme au cours de la guerre civile en Espagne, a incité certaines nations militaires à créer de nouvelles formations spécialisées dans l'accomplissement de cette mission particulière (Italie, U. R. S. S.). Ainsi est née récemment une spécialité nouvelle, l'aviation d'assaut, dont les appareils doivent pouvoir réaliser des performances sensiblement égales à celles des avions de chasse. C'est à leurs attaques qu'ils auront à faire face. Ils doivent aussi posséder une visibilité suffisante pour pratiquer sans danger le vol à très basse altitude. Ils doivent, en effet, intervenir en première ligne par attaque à la mitrailleuse, au canon, à la bombe (lancée en vol rasant), pour disloquer les unités en concentration ou en déplacement et surtout les convois motorisés, particulièrement vulnérables et presque toujours attachés à la route (du moins pour certains des éléments qui les constituent). Quant aux unités d'infanterie en position, ce genre d'attaque s'est révélé peu efficace. Il semble que l'artillerie et aussi les chars de combat constituent des objectifs très visibles et très vulnérables particulièrement désignés pour l'aviation d'assaut. Celle-ci peut, en effet, agir quasi instantanément et à des distances souvent considérables. Elle apparaît ainsi comme un « combiné » de feu et de mouvement qu'aucune arme n'avait pu réaliser jusqu'ici. A ce titre, elle s'apparente en quelque sorte à la cavalerie dont elle remplit certaines missions qui lui étaient dévolues jadis sur le champ de bataille.

L'avion d'assaut et l'héritage de la cavalerie

EN 1866, à la bataille de Custozza, un escadron de uhlans autrichiens débouchant sur les arrières de l'ennemi rencontra la division italienne Cerales en colonne de route. Il chargea une de ses brigades avec tant d'impétuosité que la division débändée ne put être reconstituée de la journée et ne parut pas sur le champ de bataille. C'était le dernier fait d'armes de cette importance à l'actif de la cavalerie.

Le 12 mars 1937, à la bataille de Guadalajara, une division, qui venait d'enfoncer le front gouvernemental et d'avancer de 40 km en quatre jours, est surprise par cent quinze avions qui la bombardent et la mitraillent à basse altitude. L'attaque est brisée et reflue en désordre en arrière de ses positions de départ. La menace d'encerclement de Madrid est conjurée. C'est le premier succès d'envergure que connaît cette branche nouvelle de l'aviation, l'aviation d'assaut, qui se pose ainsi en successeur de la cavalerie.

L'Italie, qui a donné à cette arme nouvelle son nom et sa première organisation, a d'ailleurs remporté récemment avec elle des succès qui, pour n'avoir pas eu le retentisse-

ment de la bataille de Guadalajara, n'en méritent pas moins d'être étudiés.

Dans la campagne éthiopienne, l'aviation d'assaut a été un facteur de première importance dans la rupture du front nord et dans l'exploitation du succès. Elle a vraiment pris la place de la cavalerie absente. Mais on pouvait mettre en doute la possibilité d'obtenir les mêmes résultats contre une armée disposant d'un matériel moderne.

Dans la guerre d'Espagne, l'aviation italienne au service des nationalistes a fréquemment réalisé les dispersions et destructions de colonnes sur route du type de celles que l'aviation russe au service des gouvernementaux a obtenues à la bataille de Guadalajara. Mais le plus incontestable de ses succès est la défense de Majorque contre l'expédition catalane qui entreprit de soumettre cette île, au début de l'insurrection, aux autorités de Barcelone. Les forces gouvernementales disposaient alors, dans ces parages, de ce qu'on persiste à dénommer la maîtrise de la mer. Elles parvinrent à débarquer à Majorque un contingent qui, en d'autres temps, eût pu facilement venir à bout de la résistance que pouvaient lui opposer les habitants de l'île. Mais l'aviation italienne intervint dès la mise à terre des

premiers éléments. Attaquant au sol les troupes débarquées, elle leur interdit toute progression. Elle empêche leur soutien par l'artillerie des navires, leur ravitaillement, et l'expédition dut se rembarquer après des pertes considérables.

Les procédés d'attaque de l'aviation d'assaut

Le procédé d'attaque normal de l'aviation d'assaut est le *lancement de bombes en vol rasant*. L'avion survole son objectif à très basse altitude et lâche sa bombe au jugé, car il est évidemment impossible de procéder, dans ces conditions, à une mesure quelconque.

En général, on s'exagère la précision du lancement en vol rasant. Il suffit d'étudier la trajectoire de la bombe ainsi lâchée au voisinage du sol pour reconnaître les difficultés de ce mode de lancement.

Il est d'observation courante, dans le lancement en vol horizontal, que la bombe accompagne l'avion sur un parcours notable. Une bombe lancée en vol horizontal au voisinage du sol ne l'atteint donc que très au delà de son point de lancement, d'autant plus loin que la vitesse de l'avion est plus grande. Suivant l'horizontale, le mouvement de la bombe est uniforme, de vitesse égale à celle de l'avion. Suivant la verticale, le mouvement est uniformément accéléré ; c'est celui que prendrait la bombe si elle était lâchée sans vitesse horizontale. Or, la vitesse de chute libre, pendant les premières secondes, est très faible devant la vitesse horizontale que l'avion imprime à la bombe. Au bout d'une seconde, la bombe lâchée d'un avion à 360 km/h aura parcouru 100 m suivant l'horizontale et 4,90 m suivant la verticale. La figure 1, qui représente les trajectoires de bombes lâchées d'un avion

volant aux vitesses de 360 et 540 km/h, précise les distances auxquelles il est nécessaire de lancer avant le survol de l'objectif.

On en conclut :

1° Que le lancement en vol rasant demande, pour être précis, une appréciation très exacte de la distance de l'objectif et de l'altitude de lancement ;

2° Que même le lancement à très basse altitude, où l'avion courrait de grands risques de rencontrer un obstacle, ne réduit guère la distance de parcours de la bombe ;

3° Que ce genre de lancement exige un nivellement longitudinal parfait de l'avion, et une connaissance très exacte de la pente du terrain sur lequel on lance ;

4° Que le lancement sur objectif peu visible à basse altitude est particulièrement délicat, car l'objectif sera difficile à repérer à la distance de 200 à 300 m, aux vitesses actuelles d'avion.

Une autre difficulté du lancement en vol rasant est l'impossibilité de tenir compte du vent. Seule, l'erreur que l'on commet quelquefois en supposant que la bombe lancée en vol rasant tombe à quelques mètres du point où elle est abandonnée, peut expliquer une conception du lancement en vol rasant où on ne tiendrait pas compte du vent. C'est en effet à sa vitesse par rapport au sol que l'avion lâche la bombe ; c'est suivant sa route et non suivant son cap qu'est dirigée la vitesse de la bombe.

Il est cependant des cas où la précision du lancement en vol rasant est très satisfaisante. Telle est l'attaque d'une longue colonne sur route qu'on cherche à atteindre, sans viser tel de ses éléments plutôt que tel autre. Il suffit que l'avion, pendant les quelques secondes précédant le lancement, survole exactement le tronçon de route, sup-

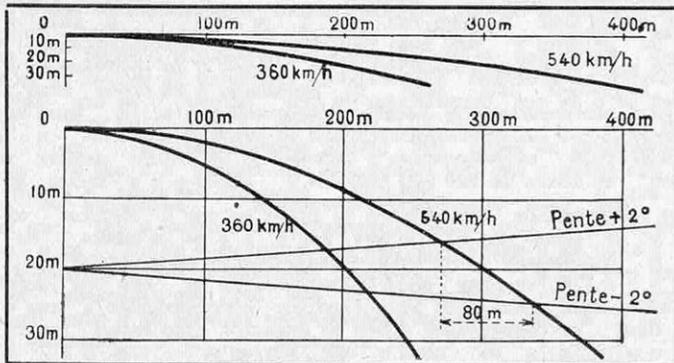


FIG. 1. — PORTÉES DE BOMBES LANCÉES EN VOL RASANT

La figure du haut représente, à la même échelle pour les portées et les altitudes, la trajectoire d'une bombe lancée d'un avion à 360 km/h (100 m/s) et 540 km/h (150 m/s). La figure du bas représente ces mêmes trajectoires avec une échelle cinq fois plus grande pour les altitudes que pour les portées. Ces figures mettent en évidence la grande portée atteinte et la nécessité, pour un lancement précis, d'une appréciation exacte de l'altitude de l'avion. Les deux droites inclinées correspondent au lancement sur un terrain de pente différant de 2° (3,5 0/0) de l'horizontale et donnent la mesure de l'écart correspondant. Le lancement serait entaché d'une erreur égale si l'avion, lançant sur terrain horizontal, se trompait de cette même quantité sur l'inclinaison de sa route, car la trajectoire, pour de petites variations de l'angle de tir au voisinage de l'horizontale, conserve la même forme et subit simplement une rotation de même valeur (principe de balistique dit « de la rigidité de la trajectoire »).

posé rectiligne, où se déplace la colonne. Les écarts de portée dus à l'appréciation inexacte de l'altitude, de la pente de la route, de l'inclinaison de l'avion, de la composante longitudinale du vent n'ont aucun effet ou, plus exactement, changent simplement le point de la colonne qui sera atteint. La composante transversale du vent se trouve corrigée d'elle-même par le pilote, s'il s'astreint à suivre la direction de la route où se déplace la colonne. Le bombardement en vol rasant des colonnes sur route

commun des missions qui seront demandées au cheval, seul ou complété par le camion ou le char, comment l'avion ne serait-il pas beaucoup mieux qualifié encore pour les remplir ? Est-il combinaison plus puissante de feu et de mouvement ?

Stratégiquement, l'avion est la seule arme qui, sur un front de l'étendue des fronts espagnols, puisse être amenée à pied d'œuvre, en toutes circonstances, dans les délais désirables. Les autres armes peuvent surprendre ; aucune, si ce n'est l'aviation, ne



FIG. 2. — LE PREMIER APPAREIL ÉTUDIÉ SPÉCIALEMENT POUR REMPLIR LES MISSIONS DÉVOLUES À L'AVIATION D'ASSAUT : L'AVION BIMOTEUR, BIFUSELAGE, « FOKKER G-1 »

Cet appareil, équipé de deux moteurs Hispano 14-HB, pèse en charge 4 400 kg, a une vitesse maximum de 450 km/h et un plafond de 9 300 m. L'armement comporte à l'avant, en fuselage, deux canons de 23 mm et deux mitrailleuses de 7,9 mm, et à l'arrière une mitrailleuse de 7,9 mm ; 400 kg de bombes sont transportés en fuselage. On remarquera le bifuselage prolongeant les capotages de moteurs et portant les deux dérives et gouvernails de direction, qui a pour but de dégager le champ de tir de la tourelle arrière. Noter également la réalisation de la tourelle arrière (au-dessus du chiffre 2 de X-2), de forme conique et tournant autour d'un axe longitudinal.

est donc susceptible d'être effectué avec une très grande précision.

Dans les autres cas, où l'objectif sera de faibles dimensions en tous sens, il sera nécessaire de remplacer le vol rasant au voisinage immédiat de l'horizontale par un piqué léger, d'une dizaine de degrés par exemple, mais qui impose à l'avion de se tenir à une altitude un peu supérieure.

Les objectifs de l'aviation d'assaut

« La cavalerie, déclare notre instruction sur l'emploi tactique des grandes unités dans sa rédaction de 1936, est l'arme du *mouvement*. Elle est caractérisée par son aptitude à déplacer rapidement ses moyens de feux. Elle prolonge et supplée l'action des autres armes là où il faut opérer vite, loin, par surprise. »

Si tel est, aujourd'hui encore, le caractère

peut instantanément s'opposer à la surprise.

Guadalajara est le type de l'offensive montée par surprise. Les divisions de volontaires italiens, qui viennent de remporter un succès facile à Malaga, sont brusquement transportées par deux mille camions à 800 km de là, sur un secteur calme du front d'Aragon. Le 8 mars, l'attaque est déclenchée et trouve le vide devant elle ; ce n'est que le 17 mars que les premières brigades organisées apparaissent sur le terrain. Le 10 mars, l'aviation était déjà à pied d'œuvre ; le 12, elle avait gagné la bataille.

Le débarquement de Majorque est un exemple d'intervention plus rapide encore en situation défensive. Eût-il disposé alors de tous les éléments motorisés qu'il n'a réunis que depuis, Franco était parfaitement incapable de porter secours aux habitants de l'île, puisqu'il n'avait pas la maîtrise de la

mer. L'aviation franchit cette mer dont l'adversaire tenait la surface, intervint instantanément et arrêta à elle seule l'attaque.

Tactiquement, l'avion dispose, en maintes circonstances, d'avantages inestimables. Lorsque le plafond est très bas, et c'était le cas à Guadalajara, il surgit sans que l'adversaire ait pu soupçonner son arrivée et s'organiser pour la défense. Il est infiniment moins vulnérable que la cavalerie. Il franchit les obstructions de tout genre infiniment mieux que les chars. Il intervient et disparaît avec une rapidité qui lui permet d'exercer son action même en état d'extrême infériorité numérique, s'il prend garde de ne pas laisser tourner l'opération au combat aérien. En fait, les pertes des avions italiens à Majorque et des avions russes à Guadalajara ont été extrêmement faibles si on les compare aux pertes subies dans les autres opérations aériennes menées sur les fronts espagnols.

L'attaque des troupes motorisées

De toutes les opérations qu'on peut demander à l'aviation d'assaut, l'attaque des troupes en déplacement, et spécialement des convois automobiles, est l'une des plus importantes et des plus faciles. Nos règlements militaires, bien qu'ils soient antérieurs aux événements espagnols et n'attribuent pas à l'aviation d'assaut un rôle aussi étendu que celui qu'elle y a joué, le reconnaissent. « Le développement de la motorisation ouvre à l'aviation de nouvelles possibilités d'emploi, qu'il s'agisse soit de protéger le mouvement des forces motorisées amies, soit d'attaquer les forces motorisées adverses hors de portée de notre artillerie... Liées aux routes pour la majeure partie de leurs éléments, volumineuses et vulnérables, *les grandes unités motorisées sont inaptées à assurer elles-mêmes leur sûreté, bien que celle-ci soit la condition impérative du mouvement et du débarquement de leur gros* (1). »

En cours de transport, toute action est interdite aux unités motorisées. L'attaque de l'aviation est trop fugitive pour qu'elles aient le temps de se servir de leurs armes. La destruction de quelques éléments du convoi immobilise le convoi entier. Une troupe à pied, et fréquemment une troupe à cheval, peut se disperser rapidement aux abords de la route ; le personnel d'un convoi automobile n'a pas la ressource de le faire en temps utile.

Le 12 mars, sur la grand'route de Guada-

(1) *Instruction sur l'emploi tactique des grandes unités* (art. 52 et 448). C'est l'Instruction elle-même qui souligne.

lajara à Saragosse, la division attaquée s'étendait sur 20 km. La colonne est aussitôt immobilisée. Les déplacements tentés échouent. La panique se déclenche. Les quelques troupes gouvernementales qui arrivent le soir sur le champ de bataille ramassent sans combat camions, batteries, munitions.

L'attaque de l'infanterie en position

L'infanterie en position est probablement le moins vulnérable des objectifs offerts à l'aviation d'assaut. Le succès des avions contre les troupes débarquées à Majorque tient aux conditions particulières d'un débarquement. L'aviation dut renouveler les attaques. Les difficultés de ravitaillement des troupes débarquées furent pour beaucoup dans le résultat.

Dans l'attaque des positions organisées, le rôle de l'aviation est extrêmement difficile. De nombreuses attaques de ce genre, où les avions agissaient en liaison avec les chars de combat, l'artillerie et l'infanterie, ont été tentées en Espagne du côté gouvernemental. Les pertes de l'aviation ont été sévères, les échecs fréquents. Lorsqu'il y a eu succès, il est difficile de lui attribuer le rôle décisif.

L'attaque de l'artillerie

En cours de transport, l'artillerie, qu'elle soit à traction hippomobile ou automobile, est un objectif extrêmement vulnérable. Le développement de l'artillerie dans les armées modernes et le déplacement de ces unités posent au commandement le plus difficile des problèmes.

En position, l'artillerie reste encore très exposée, et il semble bien qu'elle devrait avoir quelque souci de sa propre défense avant de songer à défendre les autres. L'attaque des batteries, et spécialement des batteries de D. C. A., par des avions opérant en piqué ou en vol rasant a été proposée à maintes reprises. Au cours des démonstrations faites à Nuremberg en 1937, l'aviation allemande a réussi sans difficulté ce genre de destruction.

En serait-il de même si l'artillerie en batterie pouvait riposter à l'attaque par un tir de mitrailleuses ou de canons automatiques de petit calibre ? C'est tout le problème de la défense des objectifs de faible dimension contre le bombardement en piqué à moyenne altitude qui est alors posé. Et l'on sait qu'il ne se résoudra pas sans des dépenses considérables de matériel spécialement adapté à cette défense. La mésaventure du *Deutschland* aux Baléares, attaqué en piqué par deux

bombardiers rapides et qui, malgré la veille, ne parvint pas à déclencher sa riposte avant d'avoir été touché, montre que l'avion a bien des chances pour lui. Et toutes les batteries d'artillerie ne peuvent évidemment pas compter sur le matériel de défense qu'il est possible d'embarquer sur un bâtiment de 10 000 tonnes.

A l'inverse de l'infanterie, l'artillerie en

qu'ici. C'est cependant une des missions où l'avion serait fréquemment en mesure de suppléer à la défense normale contre chars, qui est l'arme de 25 à 47 mm tirant des projectiles perforants, dans tous les cas où cette défense serait submergée par des chars employés à dose massive.

Contre le char, l'avion peut agir par la bombe ou par le canon. Le rendement de la

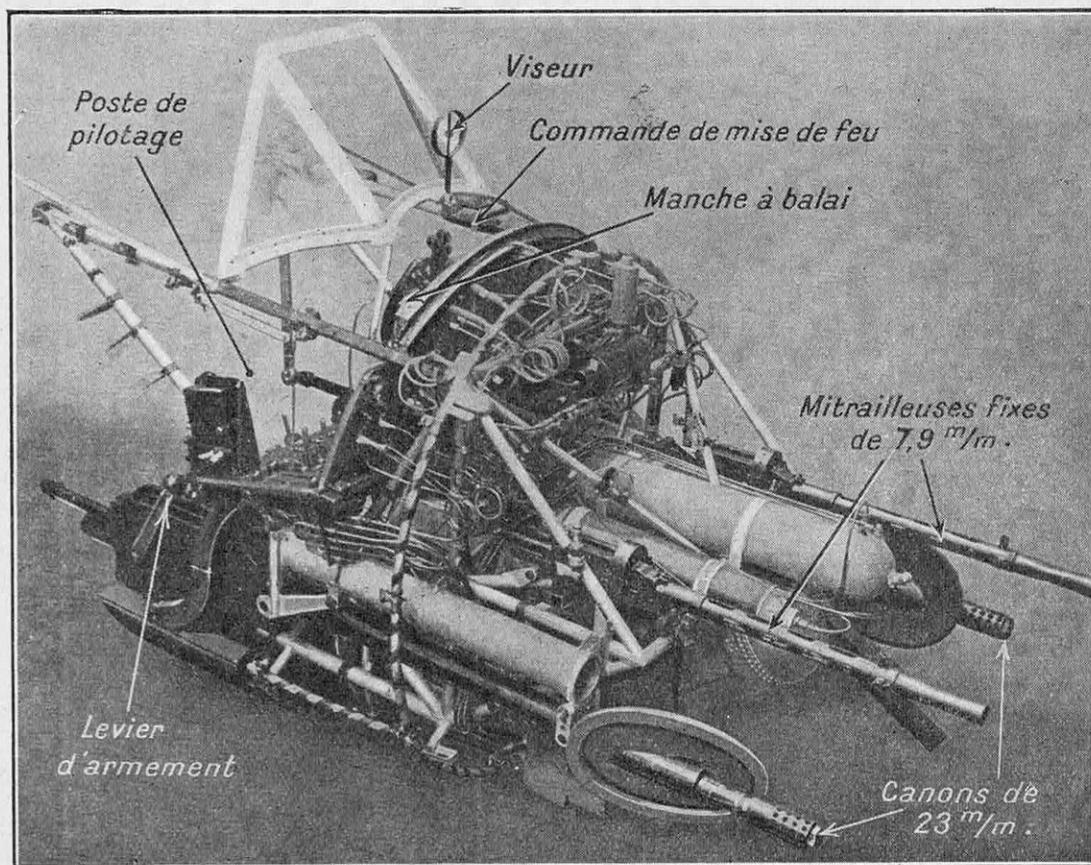


FIG. 3. — CE QUE CACHE UN FUSELAGE D'AVION D'ASSAUT

Voici l'intérieur du fuselage de l'avion d'assaut Fokker G.-1 dit « Le Faucheur ». La complexité de cet ensemble vient de ce qu'il a fallu loger, outre le tableau de bord, deux canons de 23 mm avec bande de 100 cartouches, deux mitrailleuses de 7,9 mm avec chargeurs de 550 cartouches, les réservoirs d'air comprimé pour la commande pneumatique de cet armement, etc. Comme ossature, on a utilisé les tubes d'acier soudés du fuselage.

position est un objectif assez visible. Le personnel qui la sert doit travailler à découvert, dans des conditions de vulnérabilité tout autres que le fantassin dispersé et abrité. L'avion a le choix entre la bombe moyenne, qui détruira le matériel si les servants s'abritent, et la bombe légère, le projectile explosif de petit calibre ou la balle de mitrailleuse, s'ils persistent à rester à leurs pièces.

L'attaque des chars

L'attaque des chars de combat par l'aviation d'assaut n'a pas été employée jus-

qu'à la bombe est faible; l'atteinte directe sera rare, et les éclats de la bombe tombant au voisinage du but ne sont guère dangereux contre les cuirassements. Le canon du calibre de 20 à 23 mm qu'on monte aujourd'hui sur avion de chasse est une arme beaucoup plus dangereuse, à condition de lui faire tirer un projectile perforant. Il suffit contre les flancs et surtout les toits des chars actuels, moins protégés que l'avant; il attaque le char à son point faible. Lorsque la protection des chars, qui a été assez généralement négligée au détriment de la vitesse, sera renforcée, il

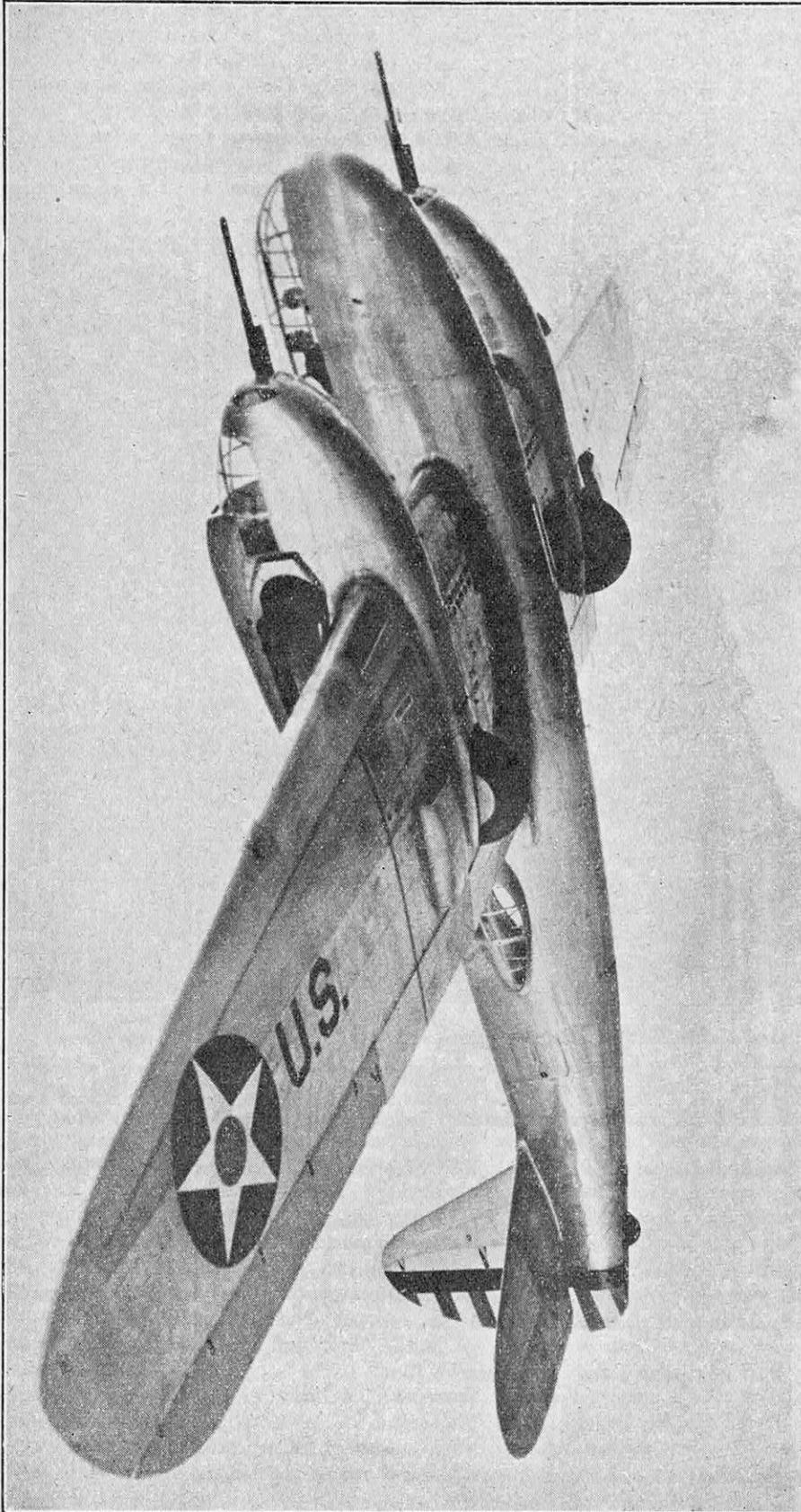


FIG. 4. — LE PLUS PUISSANT AVION D'ASSAUT CONSTRUIT JUSQU'ICI DANS LE MONDE : LE « BELL XFM-1 », MOTEUR ALLISON « V-1710 »
 Construit par la Bell Aircraft Co, de Buffalo (Etats-Unis), cet avion est mû par deux moteurs Allison (production de la General Motors) de 1 000 ch chacun, à deux cylindres en V, turbo-compresseur, refroidissement par l'éthyl-glycol. Il est armé de deux canons automatiques de 37 mm sur l'avant des moteurs et de deux tourelles en fuselage. Le 37 mm, à grande vitesse initiale et cadence élevée, permet un tir efficace à une distance de 1 500 à 2 000 m. On peut, dès lors, envisager pour cet appareil des missions assez différentes de celles qui sont confiées aux autres appareils d'assaut et qui ne comporteraient pas le vol à basse altitude. Telle serait l'attaque en piqué à 2 000 m, par des projectiles percutants à fusée instantanée, de batteries terrestres et des organes de D. C. A. ou des passerelles et des organes de D. C. A. non protégés des navires. Telle serait encore l'attaque des navires légers eux-mêmes, avec des obus de rupture qui pourraient aisément perforer des blindages de 40 à 50 mm. Une rajade ajustée de trente à quarante projectiles, qu'il serait possible de tirer au cours d'une passe, serait extrêmement dangereuse pour le personnel et le matériel.

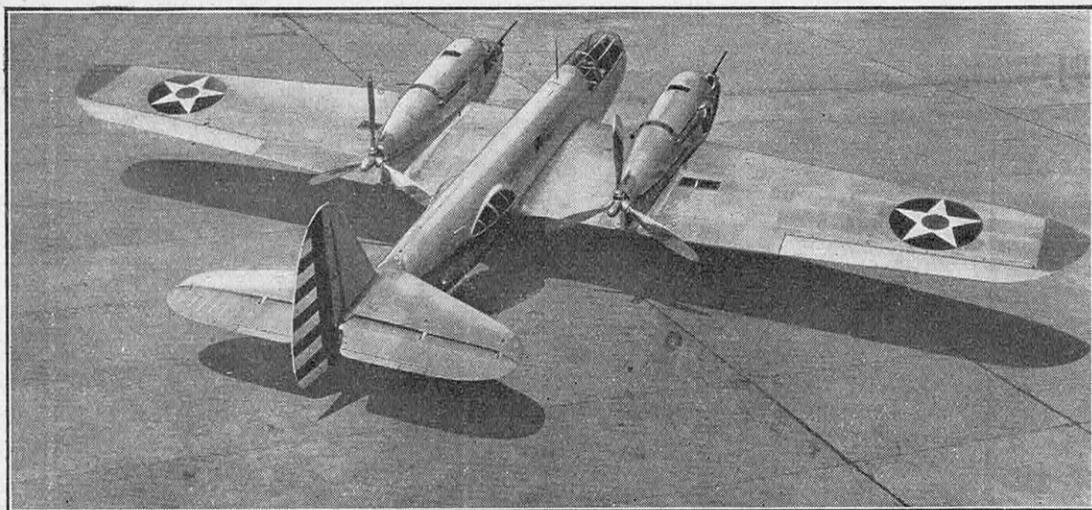


FIG. 5. — LE NOUVEL AVION D'ASSAUT AMÉRICAIN : LE « BELL XFM-1 »

Cet appareil est certainement le plus original des avions d'assaut présentés jusqu'ici. Il a été étudié et construit spécialement en vue de cette mission, ce qui explique l'emploi de deux hélices propulsives dégagées sur l'avant des moteurs la place des deux servants des canons de 37 mm. L'équipage comprend cinq hommes : un pilote, un radio-observateur, trois mitrailleurs dont un dans chacun des fuseaux-moteurs et un desservant les deux tourelles ovoïdes disposées dans la partie moyenne et de chaque côté du fuselage. (Voir aussi page ci-contre.)

ne sera guère difficile de monter sur avion des armes mieux adaptées que le canon actuel du chasseur et qui pourront venir à bout de ce renforcement de protection. Un calibre plus élevé conserve mieux la vitesse. Le supplément de vitesse imprimé par l'avion est plus efficace lorsqu'il s'ajoute à un projectile lourd tiré à vitesse modérée qu'à un projectile léger tiré à grande vitesse. Un canon de 37 tirant à 400 m/s, qui imprimerait au projectile même énergie à la bouche que les plus récents canons d'avions et pèserait à peu près même poids, serait une arme surabondante contre tous les chars actuels.

Cette menace de l'avion suffit à interdire l'un des modes d'action du char, où certains ont voulu voir le véritable rôle des engins mécaniques. La doctrine anglaise d'emploi des chars la plus en faveur depuis 1918 voyait dans cette arme un moyen d'action puissant, en formations indépendantes lancées sur les ailes ou dans une brèche du front. Elle a inspiré la

création par l'Allemagne des divisions cuirassées indépendantes auxquelles on assignait même mission. Dans l'un et l'autre de ces pays, le choix portait sur des chars rapides, à grand rayon d'action, mais à protection faible. La doctrine française, au contraire, n'a guère vu dans le char qu'un moyen puissant à employer en liaison étroite avec les autres armes, infanterie et artillerie notamment ; l'arme de cette doctrine est le char à forte protection, où l'on a consenti les sacrifices nécessaires sur la vitesse et le rayon d'action. Il semble bien que la guerre espagnole ait justifié notre doctrine et notre matériel.

En tout cas, la menace d'actions indépendantes de chars, tournant une aile ou franchissant un front pour agir à grande profondeur dans le territoire envahi, serait éliminée par ce mode d'emploi de l'aviation d'assaut. Isolé ou en groupes, le char, qui n'est pas appuyé par la progression lente d'une infanterie à pied, est à peu près impuis-

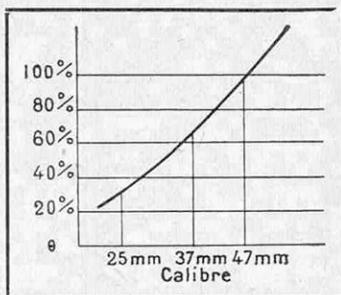


FIG. 6. — COMMENT S'ACCROIT L'ÉNERGIE DES PROJECTILES TIRÉS D'UN AVION PAR L'EFFET DE SA VITESSE

Le supplément de vitesse imprimé par l'avion représente une part importante de l'énergie à la bouche du projectile. Elle est d'autant plus grande que la vitesse de ce projectile est plus faible. La courbe ci-dessus indique le pourcentage de relèvement pour les calibres de 25, 37, 47 mm employés à terre contre les chars, en supposant qu'ils aient tous trois même puissance, celle de notre canon de 25 mm antichars, et que la vitesse de piqué de l'avion soit de 540 km/h. On voit qu'il suffirait de canons de 37 à 47 mm, de puissance faible, montés sur avion, pour les employer comme armes antichars.

sant contre l'avion. Les escadrons de chars légers « Ansaldo » qui accompagnaient les divisions italiennes sur la route de Guadalajara n'ont pas arrêté les avions.

Contre les chars agissant en liaison étroite avec les autres armes et condamnés à progresser à la vitesse du fantassin sous le feu, l'action de l'avion n'est pas aussi simple. Les chars sont soutenus par l'infanterie et l'artillerie. Ils restent cependant l'un des objectifs les plus visibles et les plus vulnérables, spécialement lorsqu'ils seront obligés

Car la visibilité ne suffit pas, et l'avion d'assaut, exposé aux attaques des avions de chasse, doit pouvoir se défendre ; il ne saurait donc sacrifier les qualités indispensables au combat aérien.

A Guadalajara, l'aviation russe résolut la difficulté en faisant protéger les avions d'assaut par une imposante aviation de chasse.

Les avions d'assaut étaient des biplans type *R-5*, monomoteurs, armés de quatre mitrailleuses fixées dans les plans et inclinées

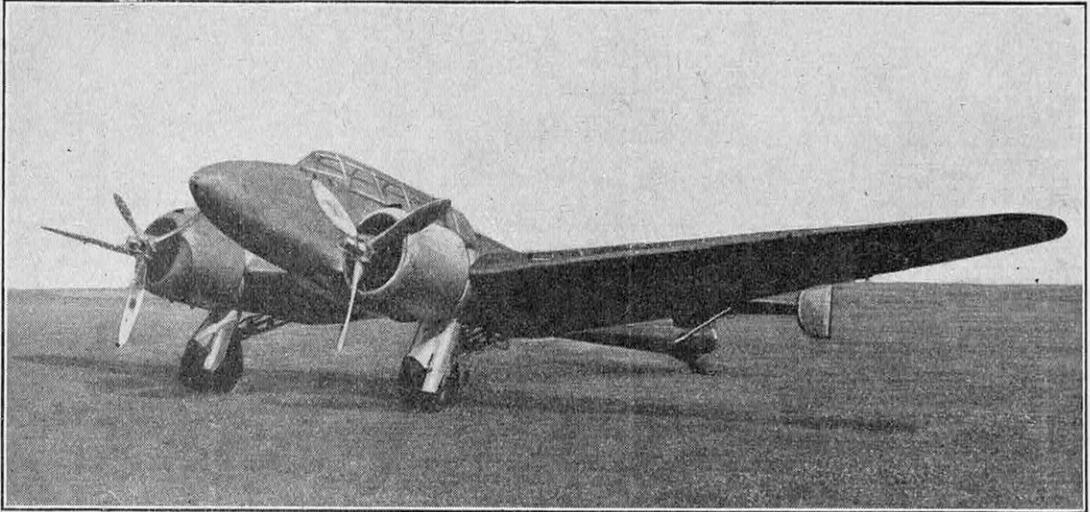


FIG 7. — LE « POTEZ-63 », LE PLUS RÉCENT DES APPAREILS FRANÇAIS A FINS MULTIPLES

Etudié sur le programme français des « appareils de commandement de la chasse », cet avion s'est révélé l'un des meilleurs appareils légers et rapides à fins multiples (chasse, bombardement, reconnaissance). En mission d'assaut, son armement comprendrait deux canons de 20 à 23 mm sous fuselage, une mitrailleuse en tourelle arrière, 400 kg de bombes. Noter le diamètre particulièrement réduit des capotages de moteurs. Il est en effet équipé soit de moteurs Hispano 14-HBs de 670 ch, soit de moteurs Gnome et Rhône 14-Mars de 650 ch. Près de cent avions de ce type viennent d'être commandés au cours des deux derniers mois par l'étranger (Lithuanie, Grèce, Roumanie, Chine).

de décoller de leur soutien, au franchissement des crêtes par exemple.

Le matériel de l'aviation d'assaut

L'attaque au sol, en piqué à basse altitude ou en vol rasant, exige une visibilité excellente. La plupart des objectifs de surface seront beaucoup plus difficiles à reconnaître que les objectifs aériens. De plus, pour pratiquer le vol à très basse altitude, — qui est un facteur important de surprise pour l'adversaire et de sécurité pour l'assaillant, — des conditions spéciales de visibilité s'imposent pour éviter les obstacles. Le programme de l'avion d'assaut ajoutera donc à celui de l'avion de chasse cette exigence, dont la satisfaction ne va pas sans quelques difficultés. C'est l'explication du retard à la présentation de prototypes satisfaisants d'aviation d'assaut.

vers le sol pour permettre le tir sur objectifs terrestres en vol horizontal. L'appareil emportait en outre quatre bombes de 50 kg à éclatement retardé.

Les avions de chasse chargés de la protection étaient, par moitié environ, des monoplaces *I-15* et *I-16*, dont les derniers présentés en 1936 au Salon de Paris (1), sont le plus récent type d'avion de chasse russe à hautes performances. Outre leur armement de mitrailleuses, les avions de chasse *I-15* emportaient deux bombes de 50 kg fixées sous les ailes.

Au cours de l'opération du 12 mars, près de 500 bombes furent ainsi lancées, 200 000 cartouches tirées, les avions de chasse vidant, en fin de mission, leurs chargeurs sur la colonne.

Si l'attaque ainsi conduite réussit pleine-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 235, page 7.

ment, il faut observer cependant que la réaction aérienne de l'ennemi fut très faible.

Une aviation de chasse moderne, s'attaquant à basse altitude, dans ses lignes, à des avions de performances aussi modestes que les *R-5*, leur eût probablement causé de lourdes pertes. Il serait bien préférable de pouvoir réunir sur un même avion des performances voisines de celles de l'avion de chasse et les qualités désirées de visibilité. C'est la solution admise sur quelques appareils présentés récemment, où le recours au bimoteur permet de dégager le champ de vision du pilote. L'appareil est évidemment plus lourd et plus cher. Il peut d'ailleurs facilement être aménagé en biplace ou triplace, et présente des performances comparables à celle du chasseur monoplace.

Le premier avion de ce genre étudié spécialement pour l'aviation d'assaut est l'avion « Fokker » dit *Le Faucheur*, présenté, en novembre 1936, au Salon de l'Aviation de Paris. C'est un triplace, à deux moteurs en étoile Hispano 14 AB de 680 ch. Un fuselage double dégage complètement les vues et le champ de tir. Il est armé, à l'avant, de deux canons Madsen de 23 mm et de deux mitrailleuses ; à l'arrière, d'une mitrailleuse logée dans une tourelle tournant autour d'un axe longitudinal. Il porte en outre, en fuselage, deux bombes de 200 kg. La vitesse annoncée est de 450 km/h.

Au même Salon figurait un autre appareil, le *Potez-63*, qui n'a pas été étudié spécialement pour l'aviation d'assaut, puisque c'est un triplace de chasse actuellement construit en grande série pour l'aviation française, mais qui a été présenté depuis par son constructeur avec des aménagements qui l'adapteraient aux missions d'attaque au sol. C'est un bimoteur, muni des mêmes moteurs Hispano 14 HB que le Fokker, armé vers l'avant de deux canons sous fuselage, vers l'arrière d'un jumelage de mitrailleuse en fuselage, dont un empennage vertical doublé dégage le champ de tir. Comme avion d'assaut, il peut être gréé en biplace, avec huit bombes de 50 kg en fuselage.

Cette même formule de l'avion d'assaut bimoteur vient de donner lieu, aux Etats-Unis, à une réalisation intéressante où les deux mitrailleurs sont placés à l'avant des deux groupes moteurs actionnant des hélices propulsives en arrière de l'aile. On obtient ainsi le maximum de visibilité et de facilités de service de l'armement avant.

L'avenir de l'aviation d'assaut

L'intervention de l'avion dans la lutte au sol est assez ancienne. L'aviation française fut, en 1918, une des premières à s'engager dans cette voie. Mais les résultats matériels furent faibles ; cette mission restait exceptionnelle.

Il fallut attendre plus d'une dizaine d'années pour que, sous l'impulsion énergique du colonel Mecozzi, qui est aujourd'hui à la tête d'une brigade d'assaut, l'aviation italienne créât les premières formations spécialisées dans cette mission. Elle fut suivie rapidement par l'aviation russe. La guerre d'Espagne ne permet plus de douter de l'avenir réservé à cet emploi nouveau de l'avion.

Après ses premiers succès, toute arme évolue rapidement sous la double influence de l'intérêt qu'elle suscite et de la réaction qu'elle soulève. Dans quel sens peut-on prévoir que se fera l'évolution ?

Dans la lutte au sol, un seul engin mécanique était parvenu jusqu'ici à se faire une place : le char de combat. Dorénavant, il a un concurrent : l'avion d'assaut. Ils devront se partager la tâche dans le combat contre les éléments non mécanisés et lutter l'un contre l'autre. Leur double évolution doit tendre à exalter leurs qualités maîtresses, qui sont, pour le char, la protection, pour l'avion, la vitesse.

Le militaire s'est déjà rendu compte qu'il y avait place à la fois pour un engin blindé lent, à protection épaisse, et pour un engin blindé rapide, à protection légère. En montant un moteur d'avion sur un châssis de char qui a, par ailleurs, des qualités remarquables, le constructeur américain Christie est arrivé à obtenir des vitesses de 100 km/h en terrain uni, et de 200 km/h sur route. Mais ce char sera, comme les autres, contraint de réduire sa vitesse à 6 km/h pour franchir une tranchée, et de s'arrêter devant un boqueteau ou quelques rails fichés dans le sol qui masqueront le canon antichar qui le prend à partie. Le même moteur, monté sur avion, donne un engin qui ne craint ni les tranchées, ni les arbres, ni les rails, et qui redoute beaucoup moins que le char le tir d'un canon de 25 devant lequel il défile à une vitesse cinquante fois supérieure. Les armées qui ont misé sur la vitesse pour certaines des missions qu'elles demandaient à leurs engins blindés n'ont pas eu complètement tort. Mais il leur manque d'avoir médité la parole de M. A. Caquot : « L'avion est l'aboutissement logique et unique des véhicules rapides. »

C. ROUGERON.

QUE SAVONS-NOUS DE LA LUMIÈRE DU CIEL NOCTURNE ?

Par R. GRANDMONTAGNE

AGRÉGÉ DE L'UNIVERSITÉ

L'« obscure clarté » qui nous vient du ciel par les nuits sans lune ne peut être attribuée au rayonnement des étoiles que pour une partie bien faible, un tiers environ. Elle semble prendre, au contraire, son origine, pour le reste, dans ce que nous appelons vulgairement le « fond du ciel », suivant un mécanisme assez complexe et qui, à bien des égards, reste mystérieux. Malgré l'extrême faiblesse de la lumière nocturne (l'éclairement qu'elle provoque correspond à celui que donnerait une bougie décimale placée à 57 m), on est parvenu à la mesurer (la brillance du ciel nocturne ne dépasse pas 1 cent-millionième de bougie/cm²), à analyser son spectre (où on retrouve notamment la raie verte des aurores polaires), à suivre ses variations (qui paraissent en relation avec l'activité solaire), à étudier enfin sa polarisation (due à la fraction diffusée par l'atmosphère terrestre). On a été ainsi conduit à distinguer entre les rayonnements provenant de la haute atmosphère (luminescence excitée par les électrons solaires) et ceux d'origine interplanétaire, et même interstellaire. Diverses hypothèses — plus ou moins ingénieuses — ont été formulées en vue d'expliquer le phénomène de la lumière nocturne, qui doit être rapporté, au moins pour sa plus grande partie, à l'action indirecte du rayonnement solaire sur les couches les plus élevées de l'atmosphère terrestre. Mais ce n'est là qu'une hypothèse... vraisemblable.

LES habitants des villes perdent de plus en plus la notion de nuit : l'éclairage luxueux des voies publiques en fait oublier la noirceur.

Pourtant quel est le citadin qui ne va jamais à la campagne ? Si, le soir de son arrivée, il est surpris de l'obscurité qui l'entoure, il ne tarde pas à « s'habituer » et à se conduire la nuit, même s'il n'y a pas de lune. C'est que, même sans lune, la nuit n'est jamais complètement obscure. Il y a toujours « cette obscure clarté qui tombe des étoiles ».

Les astronomes et les physiciens ont été amenés à se poser cette question en apparence surprenante : cette lumière vient-elle uniquement des étoiles ? Et la réponse fut : non. Et même, il nous arrive du fond du ciel nocturne une quantité de lumière beaucoup plus grande que de la totalité des étoiles. Il va sans dire que c'est cette lumière d'origine invisible qui a intrigué et passionné les chercheurs. Il est assez facile de constater l'existence de la lumière du fond du ciel nocturne. Une nuit sans lune en pleine campagne, il suffit d'observer un arbre ou n'importe quel objet se projetant sur le ciel ; on voit la silhouette de l'arbre en noir sur le ciel sombre. Si obscur qu'il paraisse, c'est donc que le fond du ciel n'est pas absolument noir.

Ce problème ne préoccupe les chercheurs

que depuis une trentaine d'années seulement. Ch. Fabry, qui fut un précurseur de la question, fit ses premières mesures aux Lecques en 1904. Il faut arriver cependant à 1920 pour commencer à voir éclore une série importante de travaux qui va en s'amplifiant jusqu'à nos jours.

Comment on mesure et on analyse la lumière du ciel nocturne

Malgré l'extrême faiblesse de la lumière nocturne, on est arrivé à la mesurer, à l'analyser, à étudier ses variations, sa polarisation. Les moyens les plus perfectionnés ont été mis en œuvre pour cela. Même, à cette occasion, des perfectionnements importants ont été apportés à l'appareillage, notamment aux spectrographes.

La méthode d'étude la plus simple est la méthode visuelle. On utilise alors un photomètre très classique sans écran diffusant (de Fabry et Buisson). On vise alternativement une étoile connue et la portion de ciel observée. Ces mesures sont rapides et ne demandent pas de matériel compliqué. Elles permettent d'atteindre la « brillance » du ciel (1), ses variations au cours d'une nuit ou au cours de l'année.

(1) La brillance d'une source est l'énergie rayonnée par cm² de surface de la source et par seconde, dans l'unité d'angle solide (c'est-à-dire sur une surface de 1 m² placée à 1 m). On l'exprime généralement en bougie par cm².

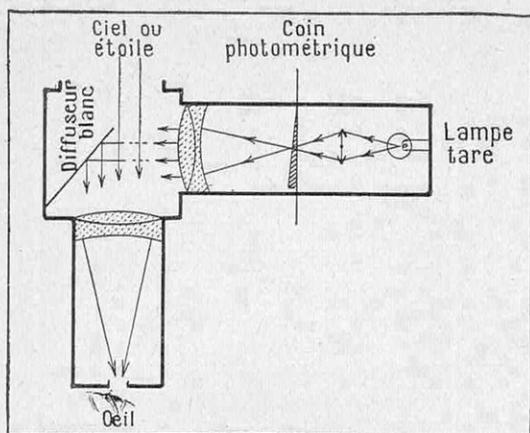


FIG. 1. — PHOTOMÈTRE VISUEL DE FABRY ET BUISSON (MODIFIÉ PAR DUFAY) POUR L'ÉTUDE DE LA LUMIÈRE DU CIEL NOCTURNE

On vise alternativement la partie du ciel étudiée et une étoile connue. Des positions du coin photométrique dans ces deux opérations, on déduit le rapport des quantités de lumière reçues.

La méthode visuelle offre des inconvénients assez graves ; pour des intensités lumineuses aussi faibles la sensation de couleur disparaît : c'est le phénomène de Purkinge. Le ciel nocturne paraît d'un bleu beaucoup plus profond que le ciel bleu du jour, alors qu'il contient, comme le montrent les analyses spectroscopiques, une telle proportion de rouge qu'il devrait paraître orangé. D'autre part, on est très près de la limite de sensibilité de l'œil humain qui a été mesurée comme étant le centième de la lumière nocturne. Il faut donc rechercher des « récepteurs photométriques » plus sensibles que l'œil.

La plaque photographique est un instrument très puissant, car lorsqu'on ne dispose pas d'une lumière assez intense, on compense le manque de lumière par l'allongement du

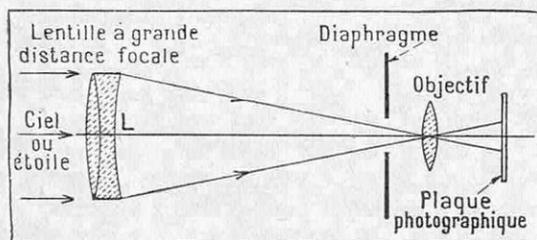


FIG. 2. — PHOTOMÈTRE PHOTOGRAPHIQUE POUR LE CIEL NOCTURNE

Le diaphragme est situé dans le plan focal de la lentille L. On photographie successivement le ciel et une étoile connue et on compare ensuite la densité des images obtenues sur la plaque.

temps de pose. De plus, la sensibilité des plaques a été beaucoup améliorée ces dernières années et a été étendue d'une manière notable vers le rouge.

On peut se contenter d'exposer directement la plaque derrière un diaphragme limitant la portion utile du ciel, mais il est préférable de placer la plaque dans le plan du cercle oculaire d'une sorte de lunette formée d'une lentille de distance focale assez grande suivie d'un objectif à court foyer et très ouvert (fig. 2). On a ainsi des mesures en lumière totale ; mais la sensibilité de la plaque permet de faire beaucoup mieux : photographier le spectre du ciel nocturne.

Cette étude très importante n'a pas été sans difficultés considérables à cause de la

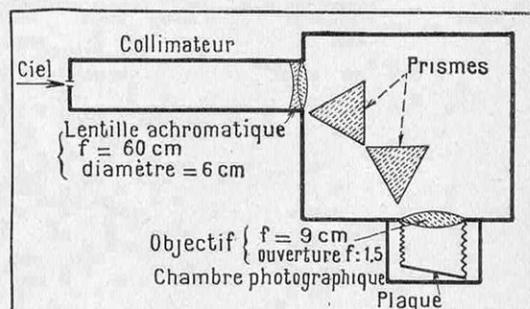


FIG. 3. — SPECTROGRAPHE POUR L'ÉTUDE DES RAIES ET DU SPECTRE CONTINU DE LA LUMIÈRE DU CIEL NOCTURNE

faiblesse de la lumière utilisable. Au début, on posait quarante heures et même cent heures. Comme on ne peut travailler que pendant la nouvelle lune, on voit le nombre de nuits nécessaires à réunir des poses aussi longues. Si, pendant ce temps, la lumière se modifie, on n'a qu'un effet de moyenne.

Dans un spectrographe, la pièce qui détermine la luminosité de l'appareil est l'objectif de la chambre photographique, tout comme dans le plus vulgaire des appareils photographiques (fig. 3). Vous qui êtes fier de votre $f : 4,5$, n'allez-vous pas envier le plus ouvert des objectifs de spectrographes $f : 0,55$, 67 fois plus lumineux ? Avec des plaques ultra-sensibles, on arrive à des poses d'une heure et même d'un quart d'heure.

Le spectrographe en question est en service au sommet du Pic du Midi de Bigorre (2 800 m d'altitude).

Vient enfin la méthode photoélectrique. Il peut paraître paradoxal d'employer pour cette étude une cellule photoélectrique dont le courant se chiffre en microampères

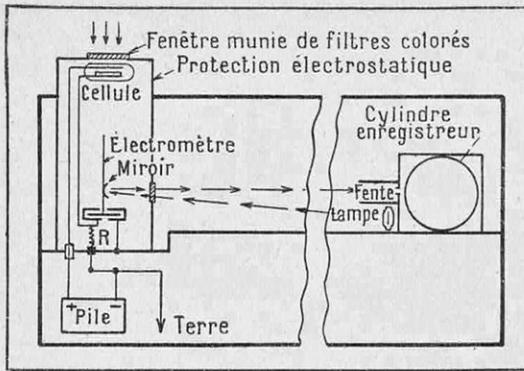


FIG. 4. — APPAREIL PHOTOÉLECTRIQUE ENREGISTREUR POUR L'ÉTUDE DE LA LUMIÈRE DU CIEL NOCTURNE

La cellule photoélectrique débite sur une résistance R reliée à un électromètre. L'équipage mobile de l'électromètre porte un miroir qui, par l'intermédiaire d'un système optique, inscrit, en les amplifiant, sur le cylindre enregistreur les variations du courant photoélectrique.

par lumen (1), alors qu'on ne dispose que de milliardièmes de lumen. Cependant cette méthode présente de tels avantages que des travaux sont en cours et promettent des constatations intéressantes (fig. 4).

Ce que nous révèle l'étude photométrique et spectroscopique du ciel nocturne

Le premier résultat tiré de toutes ces observations est la mesure de la lumière globale envoyée par le ciel nocturne. Il y a bien des façons d'exprimer ce nombre : l'éclairement produit au sol vaut environ 3 dix-millièmes de lux, ce qui correspon-

(1) Le lumen est le flux lumineux envoyé par une source de une bougie dans l'unité d'angle solide, c'est-à-dire sur une surface de 1 m² située à 1 m normalement au rayon moyen.

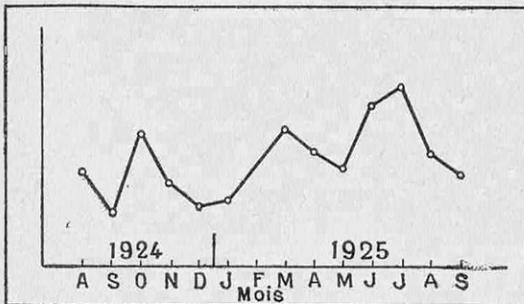


FIG. 5. — COURBE MONTRANT LES VARIATIONS ENREGISTRÉES AU COURS DE DOUZE MOIS DE LA LUMIÈRE DU CIEL NOCTURNE

Sur ce graphique ont été reportées les moyennes mensuelles photographiques telles que les a relevées M. Dufay.

draît à l'éclairement d'une bougie placée à 57 m. On peut aussi évaluer la « brillance » (1) de la voûte céleste, sans avoir besoin de lui assigner un rayon (l'éclairement produit est, en effet, indépendant du rayon), elle est alors de 1 cent-millionième de bougie par centimètre carré (10^{-8} B/cm²).

Cette brillance ne reste pas constante et présente des variations annuelles (fig. 5). Ces variations présentent des maxima correspondant aux maxima de l'activité solaire. On met ainsi en évidence l'action du soleil dans l'émission de la lumière nocturne, ce que confirment les autres résultats.

Le spectrographe a mis en évidence un

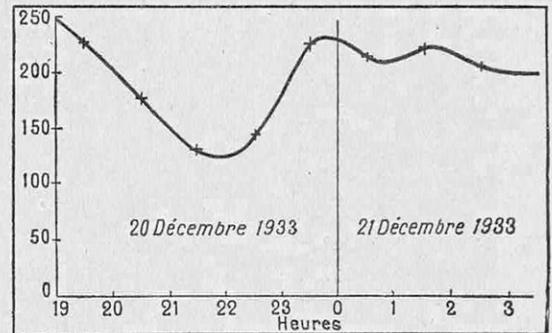


FIG. 6. — COURBE MONTRANT LES VARIATIONS DE L'INTENSITÉ DE LA RAIE VERTE DE LA LUMIÈRE DU CIEL NOCTURNE ENREGISTRÉES AU COURS D'UNE NUIT

On remarquera notamment sur cette courbe, relevée par M. Garrigue, que le maximum d'intensité se situe aux environs de minuit.

spectre discontinu se superposant au spectre continu. La plus importante des raies est la « raie verte des aurores ». On a trouvé dans le spectre du ciel nocturne (sous nos latitudes comme partout ailleurs) une raie verte très intense qu'on a sans ambiguïté identifiée avec une raie connue pour se trouver dans les aurores boréales (de longueur d'onde 5577 Å°).

Cette raie verte est la plus brillante du ciel nocturne et a été fort étudiée, car elle posait la question : la lumière nocturne est-elle une aurore polaire faible? On a étudié ses variations au cours de la nuit et trouvé vers minuit un maximum inattendu (fig. 6). On a donc cherché à identifier le spectre discontinu du ciel nocturne avec celui des aurores polaires. Quoique les spectres se ressemblent; ils ne sont cependant pas identiques. On a probablement des mécanismes analogues, mais non iden-

(1) Intensité lumineuse par unité de surface de la source.

tiques. Comme on attribue les aurores polaires à des électrons issus du soleil, on voit de la sorte une nouvelle intervention solaire dans la production de la lumière du ciel nocturne. (Théorie de M. Dauvillier (1).)

Enfin, l'étude de la polarisation conduit à penser qu'il y a une faible partie de la lumière nocturne qui est de la lumière solaire diffusée hors de l'atmosphère terrestre.

Quelle est l'origine de la lumière nocturne ?

Il est bien certain que l'on a affaire à un phénomène très complexe où se superposent divers éléments :

Une partie est de provenance atmosphérique. Dans la haute atmosphère, les électrons issus du soleil excitent plus ou moins directement une luminescence donnant un spectre de

raies auquel appartient la raie verte. Une autre hypothèse attribuerait les raies rouges à la décomposition de l'ozone atmosphérique.

Une autre partie est d'origine extra-atmosphérique. Les étoiles faibles, invisibles, ont un rôle certain, mais insuffisant pour expliquer le spectre continu. On admet également une diffusion de la lumière solaire sur des corpuscules de nature inconnue, mais qui pourraient encore bien être des

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 199, page 37.

électrons solaires situés à une distance de un ou deux rayons terrestres. On a également envisagé une diffusion de la lumière par l'espace interstellaire.

L'astrophysique doit tirer de ces études les enseignements les plus utiles. On sait que, négligeant la position des astres et l'étude

de leur mouvement apparent (astronomie de position), l'astrophysique s'occupe d'avoir des renseignements différents, principalement sur les rayonnements échangés dans l'espace. Notre Terre est environnée, en effet, de rayonnements très divers dont la lumière solaire ou stellaire n'est que la fraction la plus accessible à nos sens. Les très mystérieux rayons cosmiques sont un exemple de radiations invisibles ayant cependant des influences considérables à la

surface de la Terre. L'étude du ciel nocturne nous apporte des renseignements sur les électrons solaires, autre rayonnement invisible, mais non dénué d'importance. Les études de la haute atmosphère et de l'espace interstellaire bénéficient, elles aussi, des renseignements ainsi recueillis. Le ciel nocturne n'est donc en rien une curiosité scientifique, mais bien une étude qui est au premier plan de l'activité scientifique contemporaine.

R. GRANDMONTAGNE.

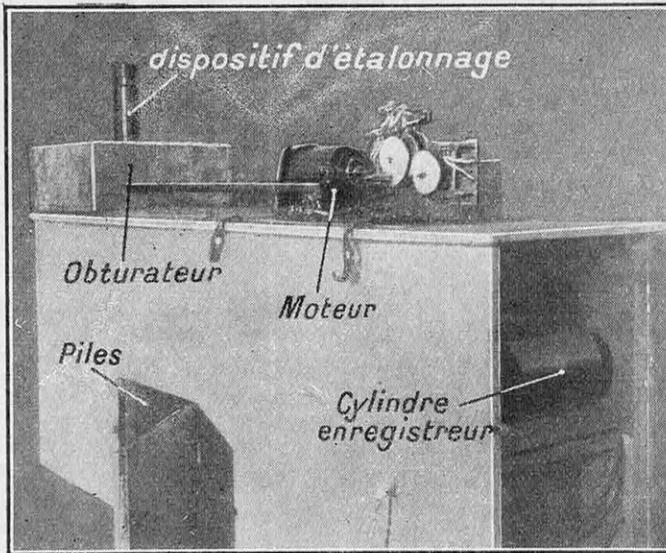


FIG. 7. — ENREGISTREUR PHOTOÉLECTRIQUE POUR L'ÉTUDE DES VARIATIONS DE LA LUMIÈRE DU CIEL NOCTURNE

Sur un socle en maçonnerie est disposée une caisse en bois qui renferme l'enregistreur proprement dit. Sur celle-ci, à droite, on aperçoit l'ensemble du dispositif de commande automatique d'ouverture et de fermeture de l'obturateur, de circulation des filtres et enfin d'indication de l'heure. À gauche, la caissette de métal joue le rôle d'obturateur et s'escamote au moment des mesures. Elle est surmontée d'une petite colonne qui est un dispositif d'étalonnage permettant de comparer directement la lumière du ciel à la lumière d'une lampe étalon.

Le ministre de l'Économie du III^e Reich a proclamé, le 5 novembre 1937, qu'il était impossible de nourrir une population trop nombreuse sur un territoire trop petit ; le nombre d'habitants en Allemagne par km² est de 130, alors que dans certains pays d'Europe il ne dépasse pas 13 ! Toute la politique des autorités d'Empire en découle, et c'est bien là le danger des déficiences démographiques.

LA CAMERA MODERNE EST AU CINÉMA CE QUE LA CHRONOMÉTRIE EST A L'HORLOGERIE

Par Pierre KESZLER

La science photographique a permis de résoudre, au cours de ces dernières années, les problèmes si variés et si complexes posés par la technique cinématographique pour la formation de l'image (optique), pour sa fidélité dans l'intensité relative des nuances (chimie). Pour la prise de vues, les perfectionnements mécaniques autorisent maintenant la réduction de durée d'exposition (celle-ci doit, en effet, être très brève, de l'ordre de 1/48 de seconde) et la rapidité de l'opération, une image devant faire place à la suivante dans le minimum de temps (également 1/48 de seconde). Ce sont les caméras cinématographiques modernes qui réalisent avec une remarquable précision ces conditions essentielles, exigées dans les « cités du cinéma » des grands pays producteurs de films. Elles constituent de véritables chefs-d'œuvre de mécanique appliquée, dont certains, de construction française, ont su, de par leurs qualités, acquérir la faveur des firmes cinématographiques du monde entier (en Angleterre, tout particulièrement). La simplification du mécanisme, condition du progrès technique, a marqué les différents stades de fabrication de ces caméras qui — on peut le dire sans exagération — atteignent aujourd'hui la perfection. Dans l'étude ci-dessous seront exposés les dispositifs des différents appareils en usage, soit qu'il s'agisse de reportages, de cinéma d'amateurs, soit enfin des luxueux appareils « professionnels » dont le prix ne le dispute qu'à la précision mécanique et aux qualités optiques.

L'APPAREIL roi, celui qui règne quasi sans partage sur les studios du monde entier, c'est le *Super-Parvo*, appareil français.

Le *Super-Parvo* étant destiné uniquement à l'utilisation en studio a pour première qualité un fonctionnement rigoureusement silencieux, les susceptibilités du microphone ne permettant pas le plus discret ronronnement. Cette qualité évite l'incommode nécessité d'enfermer la caméra dans une cabine insonore, et permet par conséquent l'emploi de l'appareil de toutes les façons désirables et dans toutes les positions (1). Contenant 300 m de film, cette caméra autorise une prise de vues de dix minutes consécutives, ce qui est suffisant pour le studio.

La prise de vues en studio est, par définition, destinée à l'usage commercial; c'est donc celle qui doit donner la meilleure qualité d'image possible; aussi, au mépris du prix de revient, va-t-on trouver dans le *Super-Parvo* tous les perfectionnements connus.

(1) Tout le mécanisme est commandé par un moteur asynchrone-synchrone, logé à l'intérieur de l'appareil, ce qui contribue au silence. Tous les pignons d'engrenage sont de taille spéciale et frettés d'une matière insonore. En outre, les plus importants sont plongés dans un bain d'huile. Les parois extérieures de l'appareil étant elles-mêmes insonorisées, la caméra en fonctionnement ne peut influencer d'aucune façon le microphone le plus sensible.

La première qualité d'une photographie est sa netteté, autrement dit le film doit être impressionné par une image rigoureusement au point et d'une parfaite correction d'exposition. Pour que cette netteté soit conservée sur l'écran de projection, il faut, en outre, que les images successives soient repérées avec une exactitude totale par rapport aux perforations d'entraînement, faute de quoi, à la projection, les images successives ne se superposeraient pas.

Nous trouverons donc dans le *Super-Parvo*, une monture d'objectif standard permettant la pose et la dépose rapide de n'importe quelle combinaison optique. Pratiquement, un jeu de cinq objectifs suffit à la plupart des cas (1). Immédiatement derrière l'objectif est placé le système d'obturation. Ce système se compose d'un disque métallique tournant en synchronisme avec le mécanisme d'entraînement du film et comportant des secteurs (deux ou trois), qui, superposés, constituent exactement un demi-cercle. Un ou deux de ces demi-cercles, mobiles par rapport à l'autre, peuvent prendre toutes les positions depuis la superposition, obtura-

(1) Afin que les poussières, l'humidité, les vapeurs diverses ne puissent venir altérer les qualités de l'optique, l'objectif est protégé extérieurement par une glace à faces parallèles.

teur ouvert à 180°, jusqu'à la juxtaposition, obturateur complètement fermé. A chaque ouverture correspond, à la cadence de 24 images/secondes, un temps d'exposition parfaitement déterminé, (à 180°, 1/48 de seconde ; à 87°, 1/99 ; à 25°, 1/345).

Derrière l'obturateur se trouve la fenêtre d'exposition, c'est-à-dire un rectangle découpé dans la masse métallique du couloir porte-film. Particularité intéressante, ce couloir porte-film peut pivoter autour d'un axe, de telle façon qu'en lieu et place du film, très exactement, vienne se fixer une seconde fenêtre, occupée, celle-ci, par un verre dépoli à grain ultra-fin.

Nous verrons plus loin comment est entraîné le film, et, en attendant, continuons à parcourir le chemin suivi par la lumière venue de l'objectif. Car cette lumière n'a pas terminé son trajet. Derrière la fenêtre d'exposition, nous trouvons un nouveau système optique qui redresse et

agrandit l'image produite sur le film ou sur le dépoli. Ce système se présente sous la forme d'un tube traversant tout l'appareil et en sortant à sa face postérieure. Un ceillon, protégé par un obturateur et par un adaptateur en caoutchouc, permet à l'opérateur de suivre, même pendant la prise de vue, et par transparence, la mise au point, le cadrage, l'éclairage sur le film lui-même. C'est ce qu'on appelle un tube, ou lunette de visée. Lorsque l'opérateur n'utilise pas la lunette de visée, il ferme l'obturateur afin qu'aucune lumière ne puisse frapper le film par l'arrière, et le voiler.

Revenons maintenant au couloir porte-film. C'est là que la mécanique de haute précision montre sa puissance. Nous avons vu que grâce à l'ouverture à 180° de l'obturateur, le temps d'exposition était de 1/48 de seconde ; cela veut dire que nous disposons

du même temps pour substituer une portion de film à la suivante. Or, la pellicule cinématographique est fragile. Tant à cause de son support, en nitrate de cellulose, qu'à cause de sa couche émulsionnée, il faut empêcher rigoureusement que la traction trop brutale déchire les perforations, et que les frottements contre les pièces de l'appareil rayent l'une des deux faces du film. Mais, d'autre part, pour que la mise au point ne soit pas altérée et pour assurer la fixité, il est indispensable que, pendant l'exposition, le film soit parfaitement immo-

bile et d'une planéité absolue, d'où la nécessité de le presser solidement devant la fenêtre d'exposition et de le bloquer. En 1/48 de seconde, voici donc les opérations qu'assurera le mécanisme. Au moment où l'obturateur a terminé de masquer la fenêtre, le cadre presseur qui appliquait le film contre la fenêtre s'écarte légèrement, rendant au film sa liberté. Deux

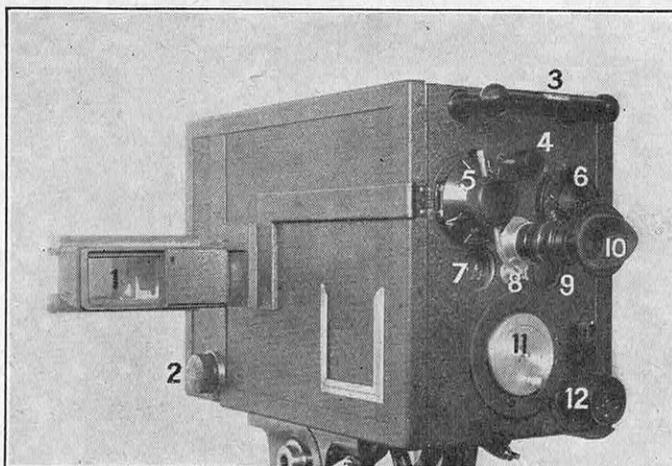


FIG. 1. — LES DIVERS ORGANES DE MANŒUVRE DU « SUPER-PARVO » (VU DU COTÉ OPPOSÉ A L'OBJECTIF)

1, viseur ; 2, bouton d'ouverture ; 3, niveau d'eau ; 4, « fondu » automatique ; 5, mise au point ; 6, bouton de diaphragme ; 7, compteur de mètres ; 8, clé de passage sur verre dépoli ; 9, indicateur de vitesse ; 10, loupe de visée ; 11, volant d'entraînement du mécanisme ; 12, conjoncteur et prise de courant.

griffes, qui, jusqu'alors n'apparaissaient pas, sortent de deux fentes parallèles pratiquées sur le chemin des perforations, s'introduisent dans ces perforations et tirent le film de haut en bas de la hauteur d'une image. Cette progression achevée, les griffes disparaissent à nouveau dans le mécanisme, mais, juste au-dessous de la fenêtre d'exposition, deux autres griffes pénètrent dans celles des perforations qui se trouvent à la partie inférieure de la fenêtre et assurent ainsi le repérage exact de l'image. Enfin le cadre-presseur se referme, assurant la planéité du film. Au moment précis où toutes ces opérations se terminent, l'obturateur commence à découvrir la fenêtre d'exposition.

Par ailleurs, des débiteurs dentés entraînent de façon continue, et non plus alternative, le film extrait de la bobine de film vierge, dite bobine débitrice, et le reprennent

à la sortie du couloir-presseur, pour le diriger sur la bobine réceptrice.

A ce mécanisme s'ajoutent un certain nombre d'accessoires, optiques ou mécaniques, et des dispositifs électriques de sécurité.

La partie antérieure de l'appareil porte devant la glace protectrice de l'objectif un soufflet parasoleil dans lequel peuvent prendre place des écrans colorés, des caches flous, etc...

Sur le côté de l'appareil est disposé un viseur, corrégeant la paralaxe automatiquement et définissant le champ exact pour chaque focale d'objectif utilisé.

Sur la face postérieure de la camera sont réunies toutes les commandes. L'une agit sur la collerette de mise au point de l'objectif, la suivante permet la manœuvre de l'iris de diaphragme, une troisième permet d'entraîner le mécanisme très lentement, pour placer le film par exemple, la quatrième est le conjoncteur du moteur d'entraînement, la dernière déclenche le dispositif de fondu automatique. Ajoutons encore à ces commandes le compteur de mètres, l'indicateur magnétique de vitesse et le bouton permettant de passer automatiquement de la vision directe sur film à la vision sur dépoli.

Les circuits électriques qui assurent le fonctionnement de l'appareil sont conçus de telle sorte que toute fausse manœuvre arrête instantanément le moteur, ainsi qu'éventuellement une anomalie quelconque de déroulement du film, bourrage, par exemple, ou fin de film. Le conjoncteur permet, bien

entendu, la marche avant ou arrière (1).

Le *Super-Parvo* est normalement porté par un pied-chariot à colonne télescopique permettant de régler le niveau de l'axe optique et de déplacer la camera. La plateforme située entre le pied et l'appareil est orientable, mais peut se fixer également sur l'horizontale. Quand nous aurons ajouté que le montage électrique du moteur d'en-

trainement est conçu de telle sorte que le synchronisme est assuré entre la prise de vues et l'appareil d'enregistrement sonore, quel qu'en soit le type, nous en aurons terminé avec la description générale du *Super-Parvo*.

Cameras pour l'extérieur et cameras mixtes

Si le *Super-Parvo* est l'appareil-type pour le studio, il n'est utilisé qu'exceptionnellement pour les prises de vues extérieures. Le plus souvent, lorsqu'on tourne des « extérieurs » ou bien qu'on

se livre au reportage cinématographique, on utilise un appareil « muet », l'enregistrement sonore étant fait simultanément ou après

(1) Il faut noter, en outre, le dispositif appelé *fondu automatique*. Lorsqu'une scène se termine, l'opérateur appuie sur le bouton de fondu. Un mécanisme entre alors en action qui, en 96 images, et quelle que soit la position de l'obturateur, va fermer complètement celui-ci. Automatiquement à la 96^e image, l'appareil s'arrête. Il se produit donc un dégradé progressif de l'image qui, de normalement exposée, devient de plus en plus sous-exposée, jusqu'à disparition complète. A l'écran, cela se traduit par un assombrissement progressif allant jusqu'au noir. Si l'opérateur agit alors sur la marche arrière du moteur, le film va remonter automatiquement jusqu'à la première image du fondu et s'y arrêtera. En remettant en marche avant, la nouvelle scène commen-

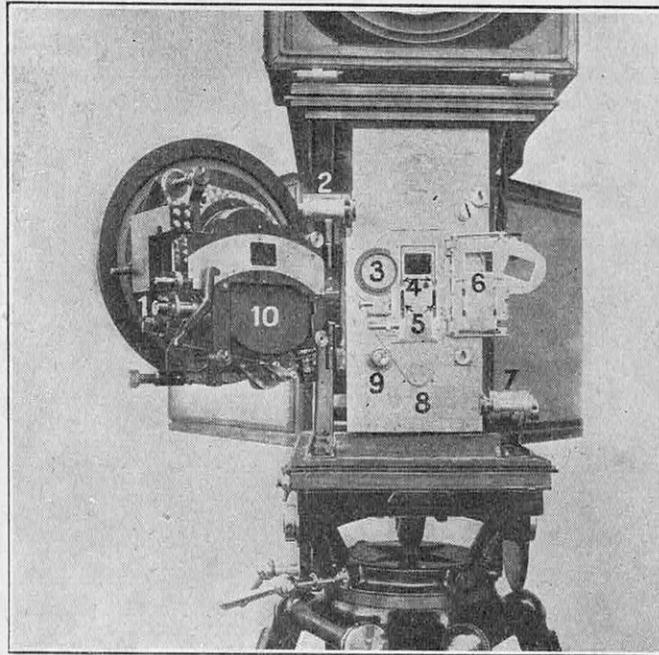


FIG. 2. — LE « SUPER-PARVO » OUVERT POUR LAISSER VOIR LES DIFFÉRENTS MÉCANISMES ASSURANT L'OBTURATION ET L'ENTRAÎNEMENT DU FILM

A gauche, le porte-objectif a pivoté pour montrer le mécanisme de l'obturateur 1 et son carter 10. On aperçoit au centre le couloir d'impression qui pivote autour de l'axe 8 avec le verre dépoli 3 qui peut prendre la place du film, les contre-griffes de fixité 4, les griffes d'entraînement 5 et la fente d'impression 6 ; 2 et 7 sont les débiteurs de film d'entrée et de sortie et 9, la tête de l'embrayage du mécanisme d'obturation.

coup, mais de façon tout à fait indépendante de celui des images (1).

Dans tous les cas, le son est enregistré sur une seconde pellicule, mais jamais sur la pellicule-images, ceci en raison des émulsions différentes que l'on doit employer, orthochromatique ou panchromatique pour les vues, positive pour le son. Selon les conceptions, nous trouverons donc des appareils muets synchronisés avec des enregistreurs sonores fixes ou semi-fixes, soit des appa-

tier du mécanisme. Présentées différemment, mais plus perfectionnées encore dans le détail que dans le *Super-Parvo*, nous retrouvons toutes les particularités exigées sur les appareils professionnels, c'est-à-dire : mise au point de trois façons, sur dépoli, sur film ou par le jeu d'une échelle graduée ; obturation réglable ; fondu automatique ; couloir à presseur intermittent et un dispositif de fixation répondant au même but que les contre-griffes, du *Super-Parvo*. Où la différence est

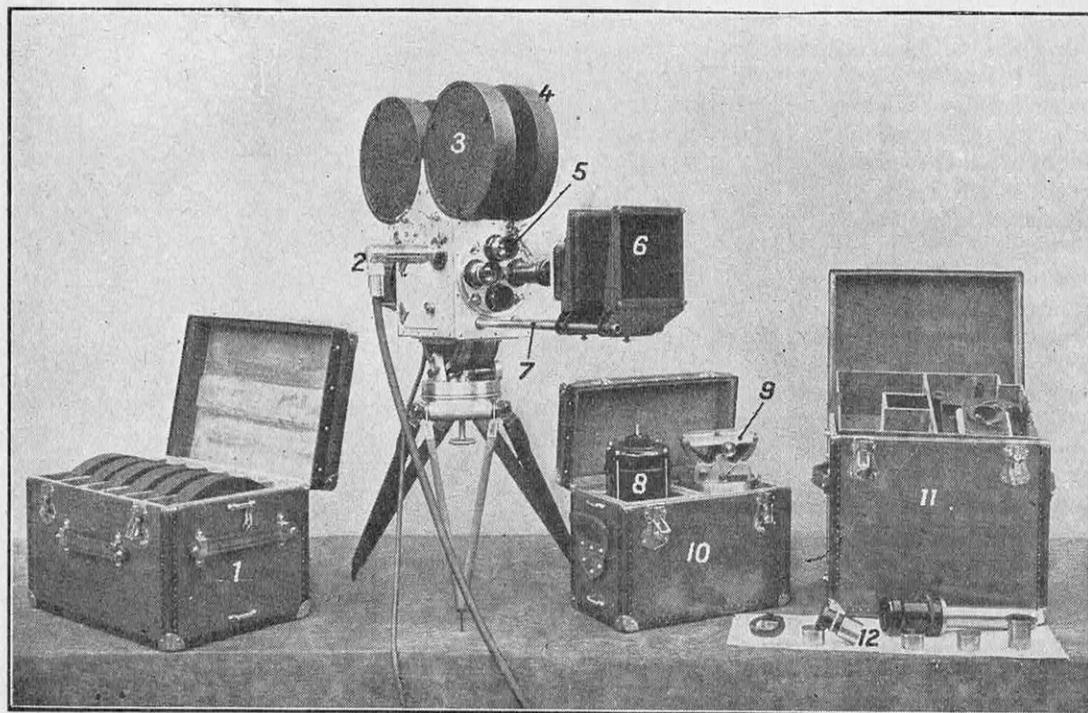


FIG. 3. — ENSEMBLE DE L'APPAREIL MIXTE « CAMÉRÉCLAIR », POUR LA PRISE DE VUES ET L'ENREGISTREMENT DU SON A L'EXTÉRIEUR, AVEC SES ACCESSOIRES

1, valise de bobines ; 2, prise de son ; 3, bobine son ; 4, bobine images ; 5, tourelle d'objectifs ; 6, parasoleil ; 7, porte-accessoires ; 8, moteur ; 9, pied ; 10 et 11, valises d'accessoires ; 12, objectifs interchangeables.

reils à double chambre, l'une pour la pellicule-images, l'autre pour la pellicule-son. Si le *Super-Parvo* est le roi des appareils de studio, un autre appareil français, le *Caméréclair*, est le roi des appareils mixtes. Mécaniquement silencieux, le *Caméréclair* se compose de deux chambres indépendantes séparées par le boîtier en fondu, c'est-à-dire que l'obturateur va s'ouvrir progressivement et qu'ainsi le film sera exposé deux fois. Comme au plus net d'une vue de la première scène correspond le moins net de la seconde, les spectateurs auront l'impression d'un passage insensible d'une scène à l'autre sans que la luminosité générale soit modifiée.

(1) A ce propos, mentionnons que, la plupart du temps, les actualités sonores sont des vues muettes auxquelles on a ajouté, après tirage, un son emprunté à la filmathèque.

plus manifeste, c'est d'abord dans la présence d'une tourelle à quatre ou six objectifs, au lieu de l'objectif unique. Ensuite, les bobines de film sont au nombre de quatre au lieu de deux. En effet, il y a deux jeux, l'un pour les images, l'autre pour le son. Les débiteurs des deux films étant calés sur le même arbre, le synchronisme est ainsi réalisé *ipso facto*. Enfin, la présence de la seconde chambre, ou chambre sonore, achève de distinguer les deux catégories d'appareils. Dans le système *Caméréclair*, c'est le procédé « Radio-Cinéma », à densité variable (1), qui est appliqué. Le boîtier contient le système optique d'impression du film et la

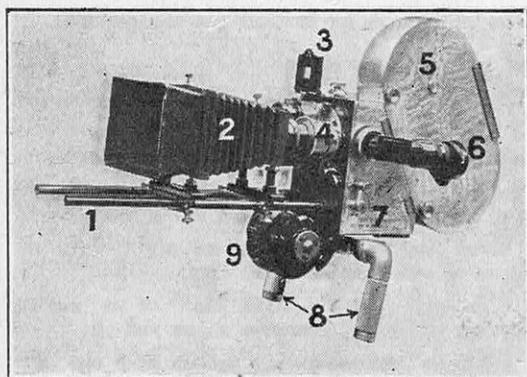
(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 213, page 206.

lampe à intensité variable commandée par l'amplificateur indépendant de l'appareil.

Il existe, en dehors du *Super-Parvo* et du *Cameréclair*, d'autres appareils de studio ou mixtes, de construction étrangère ; les plus connus sont les *Mitchell*, mais ces appareils, tant sous le rapport du rendement que de la résistance à l'usage, ne peuvent rivaliser avec la construction française. On cite un appareil, que nous préférons ne pas nommer, n'ayant jamais pu terminer un film sans révision. En effet, l'entraînement d'une pellicule à la cadence de 24 images/seconde, la course des griffes, contre-griffes et presseur intermittent, la perfection de l'obturation soulèvent des problèmes de réalisation très ardues dans lesquels nous ne pouvons entrer, et qui n'ont été résolus qu'au prix de longs et patients efforts.

Les reportages cinématographiques

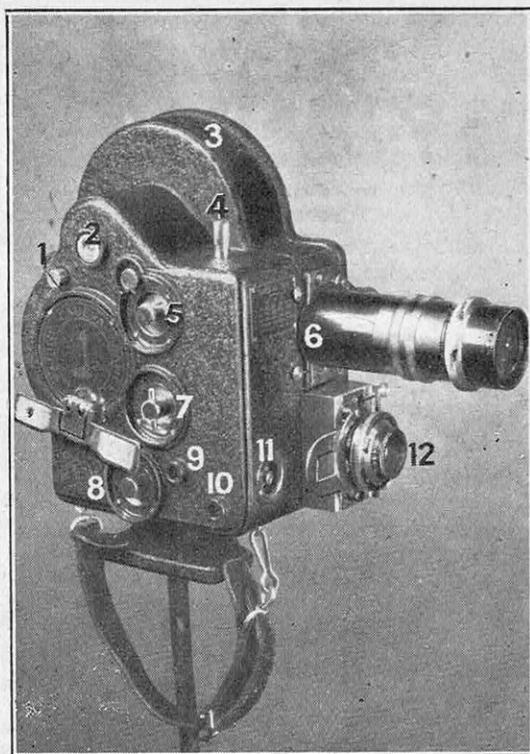
Si pour les appareils destinés au studio ou aux « extérieurs » on a recours à des cameras d'une absolue perfection, on ne peut guère les utiliser pour le reportage hâtif et pour ainsi dire impromptu. En effet, tous ces appareils sont assez pesants ou encombrants, encore que leurs dimensions aient été réduites au minimum. D'autre part, pour la destination prévue, les appareils de reportage n'ont pas besoin de magasins de 300 m (10 mn environ). On simplifiera donc la technique des cameras parfaites pour n'en retenir que les caractéristiques les plus essentielles, afin d'arriver à des appareils portatifs, d'une



(Bourdeieu.)

FIG. 4. — UN REMARQUABLE APPAREIL PORTATIF DE REPORTAGE CINÉMATOGRAPHIQUE

Cet appareil, d'un poids de 8 kg, possède une tourelle à trois objectifs (4), une mise au point sur film avec loupe (6), un magasin de 120 m (5); un obturateur réglable (7), un changement de vitesse, un porte-accessoires (1) et un moteur électrique (9), dont la commande se trouve dans la poignée-support (8); 2, soufflet parasoleil; 3, viseur.



(Facine.)

FIG. 5. — CAMERA SEMI-PROFESSIONNELLE PERMETTANT LA PRISE VUE PAR VUE, LA MARCHÉ AVANT ET ARRIÈRE, ET LE « FONDU » AUTOMATIQUE

1, débrayage du moteur; 2, remise à zéro du compteur; 3, boîtier du magasin; 4, commande du « fondu »; 5, réglage de l'obturateur; 6, objectif; 7, passage du continu sur marche arrière ou vue par vue; 8, réglage de la vitesse de déroulement; 9, axe de manivelle de marche arrière; 10, axe de manivelle vue par vue; 11, mise en marche continue.

capacité de 60 ou 120 m. Le déroulement ne peut plus se faire qu'en marche avant, on renonce au silence de fonctionnement, ce qui n'exige plus une taille spéciale des engrenages, on abandonne les contre-griffes de fixité et le presseur assez doux est continu. Dans certains cas, on renoncera au dispositif de fondu qu'on reconstituera, si besoin est, lors du traitement de la pellicule. Enfin, certains appareils très légers n'ont plus de visée sur film ou sur dépoli, mais un simple viseur clair. Par contre, presque tous ces appareils sont munis de la tourelle d'objectifs.

Bien que comportant un moteur électrique d'entraînement, ces appareils de reportage, portés sur la poitrine et maintenus par des poignées, ou même tenus à pleine main, ne pèsent que de 5 à 10 kg selon les types. La rançon de cette légèreté est malheureusement la fragilité.

Les appareils semi-professionnels de format réduit

A côté du film standard de 35 mm, les formats réduits ou substandards de 17 mm 5, 16 mm, 9 mm 5 et 8 mm ont pris une place considérable dans la vie moderne. Il était donc naturel que les appareils de prise de vues de ces mêmes formats vissent le jour. Mais, en raison de la destination de ces formats, on a été conduit à construire des appareils de caractéristiques très différentes. En effet, le format réduit a des applications diverses. D'une part, le film d'amateur, concentré essentiellement sur les formats 16 mm, 9 mm 5 et 8 mm, d'autre part, l'enseignement, la publicité ou la petite exploitation utilisant les formats 17 mm 5 ou 16 mm, pour l'enseignement et le film scientifique, le 17,5, et le 16 mm, il n'est pas impossible que le 9,5 mm, devenu sonore, étende considérablement son champ d'activité.

Pour répondre à ces divers besoins, nous trouverons donc, dans la gamme des appareils offerts par les constructeurs à leur clientèle, des caméras d'une extrême simplicité, destinées aux amateurs, à côté de petites merveilles mécaniques permettant à peu de chose près des prises de vues analogues à celles que l'on peut faire avec des appareils professionnels.

Dans ce dernier domaine, certaines de ces caméras contiennent presque tous les per-

fectionnements réunis sur les appareils professionnels : mécanisme de précision, obturateur réglable, tourelles à plusieurs objectifs, magasin de 60 m (8 mn de prise de vues), mise au point sur dépoli, marche avant et arrière, prise de vues image par image si on le désire, vitesse réglable, dispositif de caches pour truquages, etc...

On peut dire qu'un amateur habile peut, avec ces appareils, réaliser presque tout ce qui constitue le travail courant du cinéma muet.

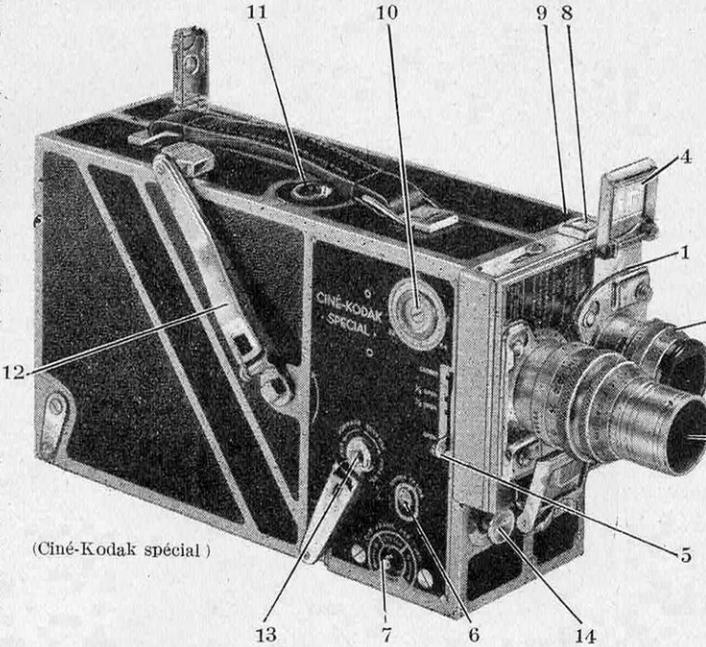
Dans d'autres appareils, on renoncera à l'obturateur réglable ou au fondu automatique, ou au système de caches ou encore à la tourelle porte-objectifs. Notons que les prix de ces appareils, bien que plus élevés que ceux des caméras courantes, restent abordables pour l'amateur. D'autant que les jeux d'objectifs peuvent se compléter progressivement.

Les appareils d'amateurs

Dans le domaine des ap-

pareils d'amateurs, le choix est assez considérable pour qu'il soit nécessaire de sérier les questions.

Tout d'abord, il s'agit de se décider pour un format. Nous n'avons pas à prendre parti dans la question, aussi nous contenterons-nous de quelques considérations purement techniques. Au point de vue qualité de l'image, dimension de l'écran, qualité du matériel offert au public, les formats 16 mm et 9 mm 5 sont rigoureusement comparables, l'agrandissement de l'image à la projection,



(Ciné-Kodak spécial)

FIG. 6. — LE PLUS PERFECTIONNÉ DES APPAREILS CINÉMATOGRAPHIQUES DE FORMAT RÉDUIT

La tourelle (1) comprend deux objectifs amovibles, un de 25 mm de foyer (2) et un téléobjectif de 75 mm de foyer (3). Les objectifs complémentaires peuvent être placés en quelques secondes, et chacun d'eux comprend le viseur (4) correspondant à son champ propre. Cette caméra peut recevoir un magasin de 30 m ou de 60 m. Elle permet le déroulement à toutes les cadences entre 8 et 76 images/seconde. L'obturateur est réglable (5). On peut tirer les vues une par une, au moteur (bouton 6) ou à la manivelle (7). La mise au point se fait selon l'échelle gravée sur l'objectif ou sur verre dépoli par viseur « réflex » (8). Enfin, des caches peuvent être placés devant la pellicule par la fente 9, pour tous les truquages ; 10, réglage de vitesse ; 11, compteur ; 12, manivelle de remontage du ressort ; 13, manivelle huit images par tour, en avant et en arrière ; 14, bouton de mise en marche.

pour un écran de même base, étant le même à très peu près. Le film de 8 mm peut donner un écran aussi large. Les films de 16 et 8 mm permettent la prise de vues et la projection en couleurs, chose que le 9 mm 5 ne connaît pas encore. Par contre, si on envisage l'utilisation d'un projecteur sonore dans l'idée de louer des films parlants, il faut se cantonner dans le 16 ou le 9 mm 5, le 8 mm ne semblant pas devoir parler jamais. Voilà pour les considérations purement techniques.

Sous le rapport du prix de revient, la mise de fonds ne varie guère d'un format à l'autre, à qualité égale de matériel, mais c'est le format 9 mm 5 qui offre le plus de choix dans la gamme des prix, avec également les appareils les moins chers.

Où les choses changent sensiblement, c'est sous le rapport du prix de revient du film consommé. Par suite de l'utilisation plus ou moins heureuse de la pellicule brute, qui a toujours 35 mm de large, le prix de revient, traitement compris, est nettement en faveur du 9 mm 5.

Tous les appareils d'amateurs sont à obturation fixe, c'est-à-dire que le véritable

fondu est devenu impossible. On peut tourner la difficulté en adaptant devant l'objectif un iris de fondu, mais l'effet produit n'est plus le même.

Tous les appareils autres que les cameras professionnelles utilisent comme ces dernières l'entraînement à griffes, mais aucun d'eux ne comporte de dispositif de contre-griffe de fixité non plus que de presseur intermittent. Le film, dans le couloir d'impression, est appliqué sur la fenêtre par un presseur élastique très doux qui assure la planéité de la pellicule. L'expérience montre que dans l'utilisation courante, ce procédé est suffisant pour assurer une fixité ne soulevant pas d'objections. Des films réalisés

avec surimpression ou avec truquages, c'est-à-dire dans des cas où un repérage exact de l'image est indispensable, ont été réussis avec les appareils semi-professionnels.

Au début de cette étude, nous avons insisté sur la haute précision mécanique des cameras. Nous retrouvons dans tous les appareils cette qualité sans laquelle il ne serait pas de prise de vues possible. En effet, toute imperfection dans le déroule-

ment du film devant la fenêtre d'impression entraînerait, soit une irrégularité dans le temps de pose, donc des variations d'intensité photographique inadmissibles et, du même coup, des irrégularités dans le mouvement des personnages, soit une modification de la mise au point, génératrice d'un flou non recherché, soit, enfin, l'accident classique dit « bourrage » (1).

Les appareils très simplifiés

Et ceci nous amène aux cameras dont la simplicité de maniment et de construction permet au plus inexpérimenté de réussir dès le premier essai un film au point et correctement exposé. Il n'y aura que l'expérience qui donnera à l'apprenti ci-

néaste les bonnes habitudes de composition, d'angle d'éclairage et de durée des scènes.

Dans le plus simplifié des appareils sous le rapport du maniment, sinon sous celui de

(1) On dit que le film « bourre » quand l'enroulement sur la bobine réceptrice se faisant mal, il se produit une boucle excessive à la sortie du couloir d'impression, boucle qui finit par devenir assez importante pour bloquer le mécanisme. Cet accident peut se produire aussi bien sur les appareils munis de débiteurs que sur ceux qui n'en sont pas nantis, la cause du bourrage étant dans l'entraînement à friction de la bobine réceptrice. Toutefois, les chances de bourrage sont d'autant moindres que la quantité de film à enrouler est plus restreinte. C'est pourquoi les chargeurs d'amateurs ne contiennent jamais une grande longueur de pellicule. En 16 mm, les chargeurs sont de 15 ou 30 m ; en 9 mm 5, presque toujours de 9 m ; enfin, en 8 mm, ils ne sont que de 7 m 50.

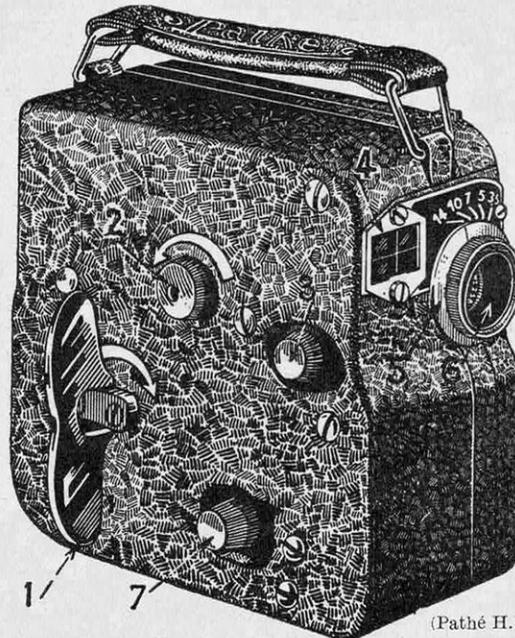


FIG. 7. — CAMERA CINÉMATOGRAPHIQUE D'AMATEUR, ÉCONOMIQUE BIEN QUE DE CONSTRUCTION FORT PRÉCISE

Cette camera permet la prise de vues continue, au moteur, à la cadence de 16 images/seconde, et la prise vue par vue. Son objectif de 20 mm de distance focale est ouvert à 3,5. 1, clé de remontage ; 2, bouton de lancement à la main ; 3, mise en marche ; 4, viseur ; 5, commande du diaphragme ; 6, objectif ; 7, remise à zéro du compteur.

la construction, l'amateur n'a même plus à « charger l'appareil ». En effet, le chargeur comporte en lui-même le couloir d'impression et le mécanisme d'entraînement. Cet appareil, de format 16 mm, est donc plus facile à faire fonctionner qu'un appareil photographique quelconque. Cela ne l'empêche pas d'être très précis dans sa construction comme dans son optique.

Dans le format 9 mm 5 comme dans le 8 mm, il existe également d'excellents appareils, dont les débutants seront enchantés et que les amateurs ayant un peu de pratique sauront utiliser fort habilement.

Afin de réduire les dimensions et le poids, certains constructeurs ont même substitué au mécanisme à ressort qui équipe toutes les caméras d'amateurs ou semi-professionnelles, un petit moteur électrique de 2 volts tournant à grande vitesse et assez puissant pour entraîner le film. Une pile de lampe de poche, logée dans le boîtier, permet le déroulement d'un certain nombre de films.

D'une manière absolument unanime, tous les appareils de prise de vues actuellement offerts aux amateurs sont assez sérieusement construits pour qu'aucun insuccès ne soit à redouter de la part des débutants, pour autant que ces derniers voudront bien se conformer à quelques règles très simples.

Comment utiliser les caméras d'amateurs

Toutefois, il est certaines recommandations élémentaires à rappeler.

Les insuccès proviennent de deux causes essentielles. D'abord un chargement défectueux de la camera, inconvénient qui reste à redouter avec tous les appareils (sauf un seul, celui dont nous parlions plus haut) y compris le *Super-Parvo* de studio. Il faut s'assurer, cela demande bien deux ou trois secondes, que le film est correctement placé dans le couloir d'impression, que l'enroulement se produit sur la bobine réceptrice, que le film sort librement de la bobine débitrice ou de son chargeur. La seconde cause d'insuccès, la plus fréquente, est

l'erreur de diaphragme. Elle est quasi impossible lorsqu'une cellule photoélectrique est couplée avec le diaphragme, ou bien si l'on utilise un posemètre photoélectrique. Dans ce cas, il faut se souvenir que l'obturation étant constante, soit environ 1/35 de seconde à la cadence de 16 images/seconde, on ne peut agir que sur le diaphragme, d'où la nécessité de compléter l'appareil par des bonnettes jaunes ou grises selon le film employé.

Dans le cas où on ne dispose pas de cellule, l'appréciation du diaphragme reste tributaire de l'expérience de l'amateur. Si, dans la plupart des cas, les tables ou posemètres peuvent donner des indications assez précises, il est rare que l'on évite l'erreur en plein soleil, sur les plages ou sur l'eau.

Deux autres recommandations invitent l'amateur à ne jamais filmer avec le soleil dans le dos et à ne jamais vouloir filmer des scènes à grande distance, à moins qu'on ne dispose d'un téléobjectif.

Enfin, nous pensons être utile à nos lecteurs en leur recommandant de se servir toujours de la même émulsion. Le film panchromatique est, sans conteste, celui qui, d'une manière générale, donnera les meilleurs résultats. Son prix est aujourd'hui parfaitement accessible. Toutefois, quand on ne manque pas de lumière, le film orthochromatique donnera de très bons résultats.

Enfin, un dernier point : ne pas chercher à traiter soi-même le film, à moins qu'on ne soit un professionnel. En effet, les usines de traitement des films d'amateurs sont équipées de façon absolument parfaite, et les diverses opérations sont effectuées avec une précision inaccessible à l'amateur. Le développement et l'inversion automatique assurent le rendement maximum de la pellicule, et corrigent même les erreurs de pose de l'amateur jusqu'à deux diaphragmes en plus ou en moins.

L'amateur qui prend un film se doute-t-il de la somme de recherche scientifique et d'application méthodique à la pratique que représente cet acte aujourd'hui si naturel ?

PIERRE KESZLER.

En France, pays agricole par excellence (à peu près la moitié de la population), 2 millions 500 000 familles tirent leur principal revenu de 8 millions de vaches laitières qui produisent 14 milliards de litres de lait, dont 4 sont consommés en lait, 5 en beurre, 2 en fromage. Les 3 milliards restants sont destinés à l'élevage du bétail. Sur cette production nationale, 15 % sont traités par 1 750 coopératives de produits laitiers. Sans égaler le Danemark par exemple, de réels progrès techniques ont été réalisés qui rappellent ceux en honneur dans cette « démocratie du Beurre » (1).

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 237, page 240.

LES LIVRES QU'IL FAUT MÉDITER

Sous cette rubrique, une personnalité éminemment qualifiée pour chaque genre d'ouvrage analyse les livres les plus récents, qui font époque dans les différents domaines de la pensée humaine appliquée à l'interprétation des faits et des idées modernes.

LE PROBLÈME DES MATIÈRES PREMIÈRES CONDITIONNE LA PAIX EUROPÉENNE (1)

SI l'Europe tient à conserver son influence mondiale à notre époque de bouleversements de toutes sortes, il est indispensable de trouver, à brève échéance, les conditions déterminantes d'équilibre entre les intérêts vitaux des différents peuples qui l'habitent. C'est un truisme de redire ici que la connaissance des facteurs essentiels de la vie économique, politique, sociale en Europe conditionne l'établissement d'une communauté pacifique et qu'actuellement cette condition n'existe que chez un très petit nombre de membres de l'élite « continentale ». Il ne saurait en effet être question de nos jours de la notion « paneuropéenne », puisque l'union des nations sur notre continent est moins en vue que jamais. Cependant l'idée de la communauté du destin de ces nations paraît à nouveau s'affirmer depuis que les événements d'Extrême-Orient s'avèrent redoutables de conséquences, et que les Américains du Nord semblent vouloir se tenir à l'écart de l'ancien monde. Si l'Europe tient encore une place prépondérante, si sa puissance économique se maintient, c'est grâce à la résultante du développement de la race blanche dans toutes les branches de l'activité humaine et à la mise à profit de conditions particulièrement favorables, comme celles qui la favorisaient au XIX^e siècle. Mais rien ne dit qu'elle conserve cette hégémonie, si elle ne fait pas ce qu'il faut pour cela... Dans le récent ouvrage de M. Reithinger, intitulé *Le visage économique de l'Europe*, traduit de l'allemand par C. Bourdet, nous trouvons des considérations d'économie « scientifique » à base de statistiques qui méritent de retenir l'attention des économistes de tous les pays. C'est en somme l'interprétation des variations de la conjoncture et des grandes modifications de la structure économique des nations. Le docteur Reithinger, directeur de l'*I. G. Farbenindustrie*, l'une des fabriques de produits chimiques les plus puissantes du monde, fait autorité en économie politique, et plus spécialement dans l'étude des rap-

ports de la politique et de l'économie internationale. Il y marque notamment le rôle (1) du facteur démographique dans la résolution des problèmes économiques et politiques. A ce propos, il admet que, dans l'état actuel de la civilisation, les énergies politiques ont, en général, leur origine dans le domaine économique. C'est ce processus qui a engendré le développement intérieur et extérieur des Etats d'Europe. Comme l'a écrit notre éminent collaborateur le professeur A. Siegfried, notre vieux continent doit maintenant réviser sa structure. Aussi chacun des peuples qui le constituent s'oriente actuellement dans deux directions divergentes. A l'est de Berlin et de Vienne, a dit F. Delaisi, on a l'impression de sortir de l'Europe proprement dite pour pénétrer dans des pays de « marches » qui, géographiquement, s'apparentent aux massifs continents : Afrique, Amérique, Asie chinoise. Ceux-là ont en effet besoin de s'équiper. C'est donc un déplacement du centre de gravité européen depuis la fin de la Grande Guerre. De l'autre côté, voici le groupe où subsistent encore les influences libérales anglo-saxonnes. L'Europe du XX^e siècle, maintenant compartimentée, ne peut donc plus prétendre au même caractère universel qu'au XIX^e siècle. C'est aujourd'hui un simple continent parmi d'autres continents. Elle se doit, par suite, de tirer de ses propres ressources le maximum, en mettant à profit la supériorité qu'elle détient — pour combien de temps — de son « équipement » humain inventif et constructif. Finies les formules qui eurent cours jusqu'en 1914-18 ; périmées nos vieilles conceptions de géographie économique ; diminuées la valeur et la portée des anciennes doctrines de libéralisme. Les réformes de structure s'imposent désormais aux entités nationales de l'Europe pour leur permettre de subsister en s'adaptant à une situation mondiale *relativement* diminuée. C'est sous cet aspect qu'apparaît, à notre avis, le nouveau « visage économique de l'Europe » que M. Reithinger vient de tracer magistralement. Ce livre comprend deux parties : Problèmes fondamentaux de la

(1) *Le Visage économique de l'Europe*, par le docteur A. REITHINGER, le savant économiste allemand. Traduction de M. BOURDET, Paris-1937. Prix franco : France, 34 f ; étranger, 37 f.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 240, page 473.

structure économique européenne ; Visage économique des différentes zones. C'est la première qui intéressera davantage les lecteurs de *La Science et la Vie*. Elle relève en effet du problème démographique, du problème agraire européen, du problème industriel, du problème des matières premières, du problème du commerce extérieur. Les aperçus de l'économiste allemand relatifs à la mise en valeur des ressources coloniales de matières premières qui a accompagné, au siècle dernier, le développement de l'industrie européenne a retenu particulièrement son attention. Cette mise en valeur, dit-il, a fait dépendre la plupart des industries de transformation d'un approvisionnement en matières premières « extra-européennes ». Une telle dépendance ne saurait présenter d'inconvénient aussi longtemps que les Etats industrialisés d'Europe — dont la Grande-Bretagne à leur tête — conserveraient le contrôle politique et financier des lieux d'origine. Mais, à mesure que les régions d'outre-mer s'évadent de la sphère d'influence européenne et au fur et à mesure que leurs industries autonomes progressent, le problème de l'approvisionnement de l'Europe apparaît sous un aspect totalement différent de celui qu'il offrait jusqu'ici. Et voici une remarque suggestive dont le « distinguo » n'échappera à personne : il faut en effet distinguer, dit l'auteur, entre l'Angleterre et l'Europe continentale. La première contrôle la presque totalité des matières premières indispensables et se trouve, par conséquent, nettement favorisée par rapport aux autres nations du vieux continent. Si celui-ci n'a besoin d'importer pour son alimentation que quelques produits complémentaires (graines, fourrages, oléagineux, matières azotées, produits coloniaux tels que café, thé, cacao, etc.), par contre la Grande-Bretagne se trouve dans la nécessité d'acheter à l'extérieur de très grandes quantités de blé, viandes, matières grasses, sucre, etc. C'est pour elle une situation inverse de celle qui concerne les matières premières nécessaires aux industries européennes (Angleterre comprise), qui ont besoin d'aller chercher dans les pays extraeuropéens la plupart de ces matières premières vitales pour leur production industrielle (sauf pour la houille, le fer, les sels de potasse, et quelques autres de moindre importance).

Une telle position est particulièrement accentuée pour le caoutchouc, de nombreux métaux (manganèse, nickel, chrome, etc.), le pétrole et ses dérivés, les phosphates et tant d'autres. Ceci explique suffisamment la tendance de plus en plus marquée de l'Allemagne à se procurer par voie de synthèse les produits qui lui manquent, grâce à sa prodigieuse industrie chimique minérale et organique : produits dérivés de l'azote, textiles artificiels, carburants de remplacement,

caoutchouc artificiel, matières plastiques, produits alimentaires synthétiques (cheptel), pour ne rappeler ici que les principales fabrications. M. Reithinger a précisément dressé (p. 59 de son ouvrage) un tableau pour montrer ce que l'Europe (réduite à elle-même) ne produit pas et en quoi elle dépend du reste du monde. Il a, à ce propos, indiqué la répartition des principales matières premières sur les cinq continents. Il en a déduit un inventaire des matières premières principales que l'Europe doit importer, et a dressé également la liste des approvisionnements de l'Europe d'après le lieu d'origine de leur production dans ces cinq continents. Ce sont en effet ces éléments qui assurent l'essor industriel des grandes nations productrices. Aussi l'exploration et l'exploitation des richesses du globe, grâce à la technique et aux capitaux européens, ont-elles déterminé l'évolution enregistrée depuis un siècle dans les conceptions du vieux monde, soucieux de maintenir constamment la liaison avec les pays d'outre-mer. Mais cette suprématie européenne a été, de jour en jour, entamée depuis le XIX^e siècle, lors de l'indépendance du continent américain d'abord, ensuite par la puissance croissante du Japon moderne. Une transformation aussi profonde a contribué à provoquer la rupture du commerce extérieur mondial et... de l'ancien système de l'étalon or. L'industrialisation accélérée d'un grand nombre de pays agraires et possédant dans leur sol des matières premières en a été la conséquence immédiate. Il se peut même qu'un jour cette Europe, qui s'approvisionne dans toutes les parties du monde, éprouve de sérieuses difficultés pour continuer à y trouver ce qu'exigent ses industries. Ainsi ce problème devient inéluctablement politique et économique, en vue de sauvegarder et d'assurer les fournitures indispensables à toute économie industrielle. Mais, à son tour, l'économique est conditionné par le problème financier, qui consiste à équilibrer la balance des paiements précisément afin d'acquérir ces matières premières indispensables. De ce court exposé, il apparaît qu'aussi longtemps que l'exploitation de nouveaux gisements progressera, aussi longtemps que le prix de revient à la production baissera entraînant une offre suffisante sur le marché mondial, aussi longtemps l'orientation des prix tendra vers leur abaissement. Si, par voie de conséquence, devant l'industrialisation des pays agraires et producteurs de matières premières, devant un armement intensif de toutes les nations européennes en présence de guerres localisées, — comme c'est également le cas, — les matières premières pourraient peut-être un jour — et plus tôt qu'on ne pense — devenir plus rares à l'exportation, et par suite plus chères ! Alors cette vieille Europe, qui n'avait jusqu'ici éprouvé aucune inquié-

tude à cet égard, pourra se trouver brusquement en présence de sérieuses difficultés. Elle sera de plus en plus obligée de tirer de son propre sol (et des régions circumvoisines) un meilleur parti, et surtout de demander à la synthèse chimique ce qu'elle allait jadis acheter hors d'Europe. C'est à ce propos que l'auteur allemand souligne que la répartition inégale des territoires abondants en matières premières soulève un angoissant problème à l'intérieur même de l'Europe. A ce point de vue, il existe, par exemple, un déséquilibre accentué entre la Grande-Bretagne (avec son empire britannique) et l'Europe continentale (Allemagne et pays *centraux* notamment, et aussi l'Italie). L'Angleterre, en effet, jouit de ce privilège de fait d'être non seulement créancière du monde de par ses investissements, mais aussi fournisseur du monde entier. Les nations de l'Europe continentale sont au contraire des débiteurs et des consommateurs (matières premières surtout). Il est un autre fait non moins certain, c'est que tous les pays d'Europe dont la population s'accroît sans cesse, toutes les nations industrielles dépourvues des principales matières premières à la base de toutes les grandes industries modernes feront l'impossible pour se les procurer. Or, dit le docteur Reithinger, l'Angleterre, à elle seule, dispose de plus du double de ce dont elle a besoin (plus particulièrement pour les fibres textiles, la houille, les métaux, le caoutchouc, etc.). La France, considérée par le III^e Reich comme nation relativement pauvre à cet égard, ne possède que du fer, des potasses, des phosphates, du charbon. Par contre, elle manque (partiellement) de textiles, de métaux non ferreux, de caoutchouc, d'huiles minérales. L'Allemagne et la Pologne, les plus grandes nations de l'Europe centrale, sont elles démunies de la presque totalité de ces matières premières essentielles. Elles n'ont en abondance que la houille, le zinc... Quant à l'Italie, la plus pauvre de toutes, elle n'a à sa disposition que du minerai de fer, du zinc et surtout du soufre. Quant à l'Europe orientale (région encore en grande partie agricole), elle recèle dans son sous-sol du cuivre, du zinc, du pétrole, pour ne citer que les richesses minérales parmi les plus importantes. Ce bilan explique suffisamment l'origine de bien des tensions européennes... Ce problème de l'approvisionnement en matières premières est lié à celui de la surpopulation agraire, de l'autonomie industrielle, de la transformation sociale, aussi bien pour l'Europe centrale et orientale que pour l'Europe méridionale. Là gît un foyer de désordre *permanent*, qui ne peut être définitivement éteint que par une répartition — cette fois pacifique — des domaines coloniaux et l'établissement d'accords économiques. Ainsi pour les peuples, les enchaînements de leurs destins résultent de *forces* dont l'inten-

sité et la direction sont *calculables*. Mécaniquement, il est donc possible d'en prévoir les *effets*. Ce raisonnement scientifique autoriserait, par suite, une délimitation plus nette des contours du monde politique et économique, et permettrait d'extrapoler correctement dans un domaine qui, jusqu'ici, était livré à l'intuition arbitraire et à un empirisme stérile. La science des forces d'action et de résistance qui agit sur le réseau des relations internationales n'en est, toutefois, qu'à ses débuts : elle est basée sur les données statistiques accumulées dans le monde au cours des années.

Ainsi, notre petite Europe, qui couvre à peine 12 millions de km² — par rapport aux autres continents, — c'est peu, — représente, néanmoins, 1 demi-milliard d'habitants répartis en trois douzaines d'Etats, une puissance considérable non seulement de par son potentiel intellectuel, industriel, politique, mais encore grâce au contrôle et à l'influence qu'elle exerce (par le truchement de certaines nations) sur les deux tiers du globe terrestre ! Si, un jour, suivant les prévisions de M. Reithinger, notre continent atteint 600 millions d'individus (vers 1960, dont 50 millions d'accroissement rien que pour l'U. R. S. S.), il pourra encore faire figure dans le monde. Par contre, la France — ainsi que nous l'avons démontré antérieurement (1) — sera en assez mauvaise posture au point de vue démographique. A notre sujet, l'auteur allemand ne nous cache pas du reste que nous sommes un pays de vieux, et non un peuple jeune, qui a plus de place qu'il ne lui en faut pour vivre et même pour maintenir sa place prépondérante dans ce qu'on appelait jadis le concert européen. Avec ses côtes baignées par trois mers, il peut devenir une puissance coloniale de plus grande envergure encore, si les « énergies » de la nation française ne sont pas épuisées. Quoi qu'il en soit, une entente « paneuropéenne » paraît indispensable, ne fût-ce que pour faire face à l'économie envahissante nipponne, américaine, soviétique. Le maintien de la supériorité occidentale en dépend. Aussi le système international des échanges de produits *manufacturés*, pour les pays d'Europe, contre les produits *bruts* extra-européens, semble avoir fait son temps dans le monde au même titre que la doctrine libérale (2). Pour s'organiser, il faut donc négocier, en étant en mesure de connaître les courants qui poussent les peuples et déterminent leurs effets sur les décisions politiques. Une telle science des forces d'action et de résistance entre les relations internationales doit s'insérer entre la mathématique et la biologie, dont elle emprunte, jusqu'à un certain point, les méthodes.

B. G.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 240, page 473.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 242, page 141.

L'AUTOMOBILE ET LA VIE MODERNE

De la formation des techniciens de la construction automobile. — L'usure des pneus « avant » et tenue de route. — Codification et tarification des réparations d'automobiles en Allemagne.

De la formation des techniciens de la construction automobile

Au cours du dernier trimestre de chaque année, les « Salons » internationaux présentent aux usagers de l'automobile — comme à la clientèle en puissance — les nouveaux modèles pour l'année qui suit. Le plus souvent, un examen superficiel et les renseignements « commerciaux » fournis par les vendeurs ne leur permettent pas de se faire une idée précise de l'effort accompli par les techniciens pour perfectionner sans cesse les engins de la locomotion mécanique routière propulsés soit par moteur à carburant à essence (moteur à explosions, cycle Beau de Rochas), soit par injection d'huile lourde (moteur à combustion interne, cycle Diesel et variantes). D'autre part, la publicité des firmes, généreusement distribuée en cette occasion à la presse quotidienne et périodique, se contente de reproduire les caractéristiques des catalogues en insistant sur les avantages (économie, sécurité, confort, etc.) susceptibles d'attirer l'acquéreur pour fixer son choix. Nous plaignons ces clients éventuels qui ont à faire ce choix « éclairé » parmi les nombreuses marques qui les sollicitent. Annonces ou articles largement rémunérés proclament, en effet, que chaque production est la meilleure et la moins chère. *La Science et la Vie* ne saurait s'associer à ce concert de louanges « intéressées », car savoir c'est comparer, et choisir c'est sacrifier en connaissance de cause. C'est pourquoi, au cours de ses études, elle s'efforce « systématiquement » de dégager les tendances de la construction mécanique, d'examiner les problèmes qui se posent encore dans les différents domaines de cette construction, les solutions adoptées et les raisons pour lesquelles on les a adoptées, celles qui sont encore à trouver ou à mettre « industriellement » au point pour franchir le stade du laboratoire et du service d'essais. Autrement dit, *La Science et la Vie*, se plaçant sur le plan des idées générales, vise à la synthèse, laissant aux revues spécialisées la mission — essentielle et aussi élevée — de poursuivre au jour le jour l'œuvre de documentation analytique.

C'est ainsi qu'au point de vue d'ensemble de leurs travaux, les ingénieurs ont constamment poursuivi l'accroissement du nom-

bre de chevaux que l'on peut « tirer » d'un litre de cylindrée, et cela au prix de patients et savants efforts, afin d'atteindre la puissance maximum dans des conditions données. Que de facteurs interviennent pour réaliser ce but, depuis l'étude scientifique des soupapes en vue d'obtenir une alimentation aussi parfaite que possible, et cela à tous les régimes de fonctionnement du moteur ! Combien ignorent encore l'importance que présentent, notamment, à ce point de vue, la forme des culasses, leurs commandes, le dessin de la chambre à explosions (1), les tuyauteries d'admission, l'évacuation des gaz de la combustion et l'échappement. Puis ce sont ces problèmes encore plus complexes de l'équilibrage des masses en mouvement, étudiés au point de vue statique et aussi au point de vue dynamique (à ce sujet, il reste encore beaucoup à faire, car les facteurs qui interviennent dans l'examen des phénomènes sont multiples et nos moyens d'investigation vraiment précis encore bien imparfaits). La lubrification, dont dépend la « vie » même des pièces en mouvement, constitue, elle aussi, un des chapitres des plus captivants et des plus nouveaux de la physico-chimie appliquée au graissage. Toujours en ce qui concerne le moteur, voici les travaux minutieux et prolongés qui ont abouti à la création du piston moderne dans le moteur moderne. Enfin, on ne saurait trop souvent rappeler les progrès (parfois empiriques !) qui ont permis de réaliser les fortes compressions actuelles (2), génératrices de puissance pour des consommations identiques. Nous avons antérieurement exposé ce qu'il fallait entendre par rendement thermodynamique en fonction de ces taux de compression, en tenant compte — bien entendu — des carburants utilisés, destinés à retarder (nous allions écrire supprimer) les phénomènes d'autodétonation (3). Ce sont là des questions du plus haut intérêt — théorique et pratique — sur lesquelles il y aura lieu de revenir. Une telle étude n'est-elle pas elle-même conditionnée par celle des matériaux (alliages divers) qui constituent les culasses, précisément pour obtenir le meilleur rendement possible. Et c'est toute la question d'éva-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 245, page 404.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 241, page 70.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 244, page 245.

uation rapide des calories qui se pose alors, soit qu'on envisage le moteur à soupapes latérales, soit le moteur à soupapes en tête. On sait que, dans ce dernier dispositif, les soupapes sont commandées ou par culbuteurs, ou par arbres à cames placés au-dessus des soupapes. La métallurgie — dont les conquêtes sont incessantes, notamment dans la fabrication des alliages résistants et légers — a rendu à la construction automobile des services incomparables, tant au point de vue de la légèreté, de la résistance mécanique, de la résistance à la corrosion, etc. Tous ces sujets de sciences appliquées à la conception comme à la réalisation de la mécanique automobile ont exigé le concours d'ingénieurs ayant à la fois le goût de la recherche expérimentale et le sens de la réalisation industrielle. Ces qualités s'excluent parfois, lorsque leur formation technique est trop « livresque ». C'est pourquoi nos écoles d'Arts et Métiers, au premier chef, ont si largement participé à l'essor de l'industrie automobile en France : leurs élèves, instruits à l'atelier au contact de la matière et instruits aussi par les cours théoriques et pratiques, sont, au sens propre du terme, des constructeurs. J'avais écrit à ce propos — il y a déjà bien longtemps — que ce qui constitue la caractéristique des « gadzarts », c'est qu'on pouvait toujours les considérer, au cours de leur carrière, comme des « ouvriers » — au sens étymologique du mot — devenus ingénieurs et qui sont demeurés des « ingénieurs-ouvriers ». C'est là, je crois, l'une des raisons essentielles de leur succès dans l'industrie depuis plus d'un demi-siècle (construction mécanique générale, marine, automobile, aviation).

Il est donc permis de s'étonner qu'avec des éléments techniques de cette valeur, la France soit, cependant, passée du second rang, qu'elle occupait dans la production automobile mondiale, au quatrième !

En huit ans (d'après la S. D. N.), l'indice de production industrielle européenne s'est accru de 7 %, alors que celui de la France a baissé, par contre, de 25 % environ. En 1930, notre pays fabriquait encore 309 000 véhicules à traction mécanique sur route ; en 1935, ce chiffre est tombé à 180 000 et s'est légèrement relevé en 1936, à 210 000 (période de dévaluation du franc). Pour l'année 1937, les statistiques nous fixeront bientôt à cet égard. Il faut, à ce propos, faire déjà remarquer que la vente des voitures de seconde main (d'occasion), pendant les trois premiers trimestres de l'année courante, a doublé par rapport à celle des voitures neuves ! Quant aux autres pays, voici les derniers résultats publiés : les Etats-Unis construisent près de 4 616 800 véhicules (1936) ; l'Angleterre, 460 000 ; l'Allemagne, 261 000 (en augmentation constante chaque année). Ces comparaisons sont édifiantes. Ajoutons encore que, même dans notre

pays, l'industrie américaine parvient à vendre (1) plus de voitures (639 en 1936). Il s'agit surtout de voitures relativement puissantes (de plus de 3,500 litres de cylindrée), qui sont particulièrement appréciées en Europe où leurs qualités à la fois brillantes et confortables, leur solidité ont conquis bien des usagers impartiaux (2). Quant au prix de vente de l'essence par les « pom-pistes » détaillants (sans parler ici du gas oil et du carburant poids lourd) qui, avec le montant des primes d'assurances, grève si lourdement le budget de l'automobiliste, il faut cependant faire remarquer qu'elle ne coûte pas plus cher en or (troisième trimestre 1937) qu'avant les dévaluations successives de notre monnaie. En effet, le litre, vendu 2 f 65 au détail à Paris, représente 79,5 mg d'or fin (3). Avant 1914, le litre d'essence tourisme, vendu à Paris 0 f 30, représentait 89,09 mg d'or fin (4). Il y a donc d'autres facteurs qui interviennent dans le ralentissement du commerce automobile en France, et cela précisément à une époque où le véhicule utilitaire — lourd ou léger — et la voiture, encore improprement appelée « voiture de tourisme », n'ont jamais rencontré tant de partisans convaincus de leur utilité. La simplicité (5), la régularité, la robustesse de la mécanique actuelle ont, en effet, conquis tous les suffrages, même parmi la grande masse. C'est précisément cette masse qui constitue la meilleure clientèle « en puissance ». Tout dépend, évidemment, de son pouvoir d'achat, mais cela relève du domaine de l'économie politique du pays en général et de la politique fran-

(1) En dépit d'une majoration d'au moins 50 % du prix de vente américain pour acquitter droits de douane et frais de transport ; en dépit aussi des contingentements.

(2) Cependant, il faut noter que, pour un véhicule vendu, par exemple, 1 000 dollars aux Etats-Unis (soit 30 000 f au change de 30 f), l'Etat français prélève 35 000 f de droits à l'importation (dans ce chiffre sont compris les frais de transport, qui n'atteignent pas 150 dollars). Aussi le concessionnaire en France facture-t-il 80 000 f, ce qui laisse encore une marge de 15 000 f sur laquelle il prélève son bénéfice et ses frais généraux, y compris parfois les ristournes plus ou moins déguisées.

(3) Au cours de 33 250 f le kg d'or fin.

(4) Le franc de 1914 correspondait à 290, 322 mg d'or fin.

(5) Le progrès mécanique semble avoir exclu peu à peu la simplification. En réalité, si l'automatisme, les organes de contrôle et nouveaux dispositifs se sont multipliés, il n'en est pas moins vrai que chaque organe pris isolément tend vers la simplification de son fonctionnement. Le progrès mécanique, a-t-on dit, c'est la complication. Cette manière de voir se justifie si on envisage la complexité de l'organisme tout entier, constitué par des organes plus nombreux, qui n'existaient pas autrefois. Mais chacun de ces organes est, en lui-même, plus simple aujourd'hui qu'il y a seulement quelques années. Et, quant à leur régularité de fonctionnement, nous ne croyons pas exagérer en affirmant qu'elle touche maintenant à la perfection. Qu'importe donc pour l'usager la complication engendrée par le progrès mécanique, si la régularité et la sécurité sont presque sans défaillance ! Il est vrai que le constructeur n'envisage peut-être pas la question sous le même angle..

gaise de l'automobile en particulier. Voilà une intéressante enquête qu'il y aura lieu d'entreprendre bientôt.

L'usure des pneus « avant » et tenue de route

IL est incontestable que la traction avant provoque l'usure des pneus auxquels incombe la transmission de l'effort de propulsion. Par contre, pour les voitures à roues motrices arrière, l'usure trop rapide des pneus avant semble devoir être imputée, d'après les expériences entreprises par la *General Motors*, à un défaut d'« alignement » des roues avant, d'où dépend la bonne tenue de route. Les obstacles rencontrés tendent à faire dévier les roues avant d'autant plus que le bras de levier des forces engendrées est considérable. Or, celui-ci est égal à la distance de ces forces à l'axe de pivotement des roues, distance qui est fonction de la position du point de contact du pneu sur la route par rapport au point où l'axe de pivotement prolongé couperait le sol. Pour atténuer les effets de cette force de déviation (1), il importe donc de réduire le plus possible cette distance. A cet effet, on incline la fusée de la roue (par rapport à l'horizontale) d'un certain angle dit de « carrossage ». En outre, en vue d'accroître la stabilité de la direction (retour à la position de marche en ligne droite après braquage), on incline l'axe de pivotement de la roue (par rapport à la verticale) de telle façon que le prolongement de cet axe coupe le sol en avant du point de contact du pneu avec la route. C'est grâce à cet « angle de chasse » positif que les réactions du sol tendent alors constamment à ramener la roue à sa position dite « d'équilibre ». Il est clair qu'un angle de chasse négatif (axe de pivotement incliné vers l'arrière) déterminerait évidemment un effet opposé. La tenue de route est également améliorée (suppression du « shimmy ») par ce qu'on appelle le « pincement » des roues avant, c'est-à-dire par le non-parallélisme de leurs plans respectifs : ces plans doivent former un certain angle et se couper vers l'avant de la voiture. La position des roues avant, déterminée par les angles de carrossage et de chasse et par le pincement, ne peut malheureusement coïncider avec celle qui assurerait l'usure minimum des pneus en évitant tout frottement de glissement sur le sol. Il faudrait pour cela que les roues soient verticales et parallèles à l'axe de la voiture, c'est-à-dire qu'il n'y ait ni carrossage, ni pincement. Les essais poursuivis par la *General Motors* ont montré que, sur plusieurs centaines de voitures neuves de différentes marques, 71 seulement réalisaient un alignement correct. Plus de 100 de ces véhicules accusaient une erreur de 1 demi-degré d'erreur dite de « carrossage ».

(1) C'est-à-dire son « moment », produit de la force par sa distance à son bras de levier.

Il en existait seulement 30 dont le pincement était correct. Ces essais, repris après l'accomplissement de parcours de 8 000 km, ont abouti aux constatations suivantes concernant les variations de ces caractéristiques. Notamment on a constaté que le « pincement » changeait de sens et prenait des valeurs exagérées (sur 70 % des voitures en expérience). On provoque ainsi un véritable « rapage » des pneus sur la route, puisque les roues « accusent » un angle excessif avec la direction de marche. Les excès de « pincement » et de « carrossage » semblent donc responsables d'une usure prématurée des pneus avant. Un alignement correct des roues avant constitue, par contre, un facteur essentiel et de sécurité (tenue de route) et d'économie (pneus).

Codification et tarification des réparations d'automobiles en Allemagne

L'ALLEMAGNE contemporaine s'efforce de tout réglementer, tout codifier, tout rationaliser. Ainsi, pour chercher à diminuer les frais d'entretien qui pèsent si lourdement sur l'emploi de la traction automobile routière, les autorités d'Empire ont entrepris de rassembler tous les éléments qui interviennent dans la fabrication comme dans l'entretien des véhicules mécaniques. Elles comptent ainsi pouvoir établir, dès cette année, un tarif uniforme des réparations et des pièces de rechange s'appliquant sur tout le territoire. Une commission spéciale, composée de représentants des constructeurs, d'ingénieurs spécialisés, d'ouvriers qualifiés, de garagistes, d'usagers, s'emploie à dresser minutieusement une liste-type de tous les travaux susceptibles d'être exécutés sur les automobiles de différentes catégories (voitures de tourisme d'abord et, par la suite, véhicules utilitaires et industriels) et de différents types les plus répandus. En aucun cas, le « client » n'aura donc à acquitter un prix supérieur à celui figurant sur ce barème officiel. Les prix ainsi facturés porteront le détail des opérations (main-d'œuvre payée à l'heure du salaire normal), le prix imposé pour les pièces et matériaux fournis. Comme cette codification doit s'appliquer, un jour, à tous les constructeurs, agents, mécaniciens, garagistes de l'Allemagne entière, on procédera évidemment par étapes pour mener à bien cette vaste organisation. On commencera, en 1938, par les trois marques « Adler », « Opel », « Ford » (usines et agences). Pour mettre en évidence le développement ininterrompu de l'industrie automobile allemande, rappelons que, pendant les trois premiers trimestres de 1937, le Reich a exporté 59 523 véhicules contre à peine 28 000 en 1936 et 10 600 à l'époque où le Chancelier actuel prit le pouvoir.

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.

Un navire-cible télécommandé pour la flotte française

C'EST en effet tout récemment que l'on a mis en chantier, en France, un bâtiment de 2 500 t, de 100 m de long, dont les manœuvres peuvent être commandées à distance (2 ou 3 000 m) par ondes hertziennes. Il est destiné à servir de cible pour les exercices de tir des navires de combat ainsi que des avions (1). La télécommande elle-même ne constitue pas un problème nouveau. Grâce à l'emploi de relais sensibles à des signaux distincts, il a été résolu dès avant la guerre par Wirth, qui avait construit en Allemagne un petit bateau électrique, le *Prince Louis*, évoluant sur le lac de Dutzen, près Nuremberg. Des signaux s'illuminaient à bord, un canon faisait feu. D'autres expériences eurent lieu en Angleterre, en Italie, aux Etats-Unis. C'est, par contre, en Allemagne que furent effectués les essais les plus démonstratifs. Le *Zachringen*, vieux cuirassé de 11 800 t, filant 13 nœuds, commandé par ondes du bord d'un convoyeur, obéissait aux manœuvres dictées, faisait feu de ses pièces, créait des brouillards artificiels, et bien entendu sans un homme à bord ! *La Science et la Vie* avait, il y a deux ans déjà, demandé un navire de ce type pour l'instruction de nos escadres.

La renaissance de la flotte allemande

VOICI, d'après les renseignements les plus récents, l'état actuel de la flotte allemande, dont la renaissance date de l'accord anglo-allemand du 18 juin 1935 fixant à 35 % de la flotte anglaise le tonnage de la marine de guerre du III^e Reich. L'Allemagne disposera prochainement de 2 cuirassés de 35 000 t, actuellement sur cale (armement : 8 pièces de 380 mm et 12 de 152 mm), comparables à notre type *Riche-lieu* (8 pièces de 380 mm); de 2 cuirassés de 26 000 t : le *Scharnhorst* et le *Gneisenau*, déjà lancés, analogues au *Dunkerque* et au *Strasbourg* (avec cependant des pièces de 280 mm seulement au lieu de 330 mm); de

(1) Jusqu'ici, on utilisait pour cela des panneaux fixes ou de vieux bâtiments remorqués.

3 cuirassés de 10 000 t type *Deutschland* (pièces de 280 mm). En ce qui concerne les croiseurs, elle en possédera 3 de 10 000 t (pièces de 203 mm), 2 protégés de 10 000 t (pièces de 152 mm) et 8 légers (6 de 6 000 t et 2 de 7 000). En outre, elle comptera 22 torpilleurs d'escadre et 30 torpilleurs légers. Enfin, sa flotte sous-marine sera composée de 10 unités de plus de 700 t, 21 de 517 t et 30 de 250 t. En ce qui concerne les navires spéciaux, 2 porte-avions de 19 250 t sont en construction. Au total, la flotte totalisera bientôt 7 cuirassés, 13 croiseurs, 61 sous-marins (26 000 t environ). Par rapport à celle de l'Angleterre, son tonnage total est bien de 35 % de celui de la flotte britannique (1); mais elle ne comprend que des bâtiments neufs, alors que les navires anglais sont déjà vieillis. Malgré l'effort de la Grande-Bretagne, qui construit actuellement 450 000 t (dont 5 cuirassés de 35 000 t), l'Allemagne possède déjà une certaine supériorité qu'il y a lieu de méditer au Parlement appelé, entre autres, à voter les crédits nécessaires aux constructions navales « neuves. »

Les mines métalliques suédoises et la sidérurgie européenne

C'EST bien le sous-sol suédois qui renferme en effet de précieuses richesses minérales en quantités considérables, et notamment pour le minerai de fer. Il est constitué par une magnétite plus ou moins phosphoreuse contenant l'une des plus fortes proportions connues, de 60 % de métal. C'est lui qui est précisément à la base de la fabrication des aciers suédois universellement réputés. L'extraction des mines — à ciel ouvert — de Kiruna-Luossavara et de Gellévara-Malmberget — souterraine (2) — atteint en moyenne 6 millions de t par an. On évalue leurs réserves à 1 milliard et demi de t (soit approximativement 250 ans d'exploitation au rythme actuel).

La Suède possède aussi à Boliden un gise-

(1) Pour les sous-marins, cette proportion est de 50 %, chiffre qui peut même être dépassé et atteindre 100 % d'après l'accord de 1935.

(2) Situées entre le port suédois de Lulea (golfe de Botnie baltique) et le port norvégien de Norvik (Atlantique) auxquels elles sont reliées par la voie ferrée, d'où une évacuation rapide du minerai.

ment de pyrites arsenicales contenant de l'or et de l'argent (environ 18 g d'or et 58 g d'argent par t). Les 234 000 t de minerai extraites par an fournissent près de 8 000 t d'or, plus de 16 000 t d'argent, 50 t de sélénium, 7 000 t d'anhydride arsénieux. La production suédoise représente donc la moitié de l'or extrait en Europe (non compris l'U. R. S. S., bien entendu). Cependant, les réserves actuellement connues ne paraissent pas devoir durer plus d'une quinzaine d'années.

Un nouvel avion de transport allemand

C'EST la compagnie allemande *Lufthansa* qui va mettre en service au printemps de 1938 un nouvel avion de transport quadrimoteur, le *Focke-Wulf-Condor*, capable d'enlever 26 passagers et 3 hommes d'équipage (plus 1 steward). Voici les performances après essais effectués en utilisant divers types de moteurs de puissance unitaire comprise entre 550 et 870 ch : vitesse maximum, 365 à 430 km/h ; vitesse de croisière, 340 à 415 km/h (330 à 370 km/h au régime le plus économique des moteurs) ; montée à 1 000 m, 2,5 à 2 mn ; plafond en service normal, 6 100 à 8 500 m ; vitesse d'atterrissage, 105 à 108 km/h ; rayon d'action, 1 250 à 1 500 km avec une charge utile de 3 200 kg, et 2 350 à 2 800 km avec 1 500 à 2 100 kg de charge utile.

Les constructeurs affirment qu'en cas d'arrêt d'un moteur, une vitesse de 295 à 350 km/h peut être encore maintenue. Même dans le cas où les deux moteurs d'un même côté seraient en panne, le vol pourrait se poursuivre à une vitesse atteignant aux environs de 250 km/h (1). Cet appareil métallique (tôles de duralumin) offre aux passagers une cabine confortable (17 places « non fumeurs » et 9 places « fumeurs ») d'une capacité de 40 m³ avec soutes à bagages de 2,25 et 8,30 m³ et un compartiment de 1,53 m³ réservé au courrier postal.

A propos des avions étrangers en Espagne

LES meilleurs appareils de bombardement qui ont fait leurs preuves sur les deux fronts d'Espagne sont : l'avion *Sofia*, excellente copie exécutée par les Soviétiques des fameux bombardiers américains dont la vitesse maximum est de l'ordre de 400 km/h (en service dans l'aviation gouvernementale espagnole) ; un autre appareil (monoplan également soviétique) et non moins remarquable, et inspiré de la construction américaine (*Boeing*), est de

(1) D'ailleurs, la distribution de combustible pour chaque moteur est indépendante. La consommation totale du carburant (à nombre d'octane élevé) utilisé varie de 350 à 520 kg/h, selon le type du moteur utilisé.

même utilisé pour la chasse et dépasse 400 km/h (maximum). Ces appareils sont plus ou moins bien protégés : seul le *Curtiss*, biplan de combat à quatre mitrailleuses, est muni d'un blindage assez efficace, d'après, les résultats constatés en 1937.

Dans le camp adverse, les meilleurs appareils sont les *Savoia* (460 km/h), les *Fiat* (390 km/h) et le chasseur allemand *Messerschmitt* à moteur-canon et à trois mitrailleuses. Ce dernier, dit-on, aurait dépassé le 500 km/h au cours des récentes opérations aériennes. Le *Heinkel*, lui aussi, est à noter : il a donné des résultats bien supérieurs au *Dornier* (ancien modèle). Ajoutons que la plupart des rencontres entre les formations ennemies ont eu lieu à haute altitude (entre 4 000 et 5 000 m). Quant au combat à la mitrailleuse au ras du sol (après bombardement préalable des tranchées), il a été assez meurtrier pour l'infanterie ainsi assaillie. Par contre, le bombardement piqué, effectué par des virtuoses de l'air, s'est révélé particulièrement redoutable, ce qui est à retenir au point de vue des éléments qui doivent contribuer à établir une doctrine expérimentale de la guerre aérienne.

L'Empire britannique et la route du Cap

LE développement de la puissance navale et de l'aéronautique italiennes, ainsi que les enseignements de la guerre éthiopienne ont, en effet, mis en lumière le peu de sécurité que présenterait, en cas de conflit, la route de l'Angleterre aux Indes par le canal de Suez (1). Aussi, les Britanniques se préoccupent-ils d'organiser le trafic par la route du Cap — l'ancienne route du Poivre — qui est plus longue (10 500 km de Colombo à Londres au lieu de 6 700 km) et qui est surveillée de la colonie du Cap et de l'Union Sud-Africaine. Pour organiser cette partie du territoire africain, la ville de Capetown va être aménagée, et, dans l'île de Robben, des pièces de 380 mm seront installées, ainsi qu'à Duiker-Point et Durban, port principal de l'Union Sud-Africaine. Outre la défense aérienne, celle des côtes sera également assurée par batteries fixes et mobiles. On prévoit que, dès 1943, l'armée sud-africaine comptera près de 200 000 hommes (dont 94 000 de première ligne), 800 avions (40 à 60 bombardiers lourds ou gros porteurs), et une réserve de 750 appareils et de personnel : 1 000 pilotes et 5 000 mécaniciens).

Essence d'aviation et corrosion

LE carburant d'aviation est en général constitué par de l'essence éthylée pour être indétonant (terme plus exact que celui d'antidétonant). Le produit couram-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 230, page 146.

ment employé est formé notamment de plomb tétraéthyle et de dibromure d'éthylène. La proportion de ce produit, désigné en général sous le terme de « éthyle fluide », est introduite dans l'essence à raison de 2 cm³ par 1 000 cm³ de carburant. On lui a reproché de déterminer la corrosion des alliages à base de magnésium (réservoirs, etc.). Des expériences récentes auraient démontré que, pour éviter ce grave inconvénient, il suffirait de *laver* systématiquement l'essence dans des conditions techniquement déterminées (d'après une étude minutieuse publiée récemment) et la mise en application d'une méthode rigoureuse qui a été dernièrement mise au point dans les laboratoires du ministère de l'Air (annexe d'Issy-les-Moulineaux).

Voitures de chemins de fer soudées

SUR les voitures de chemins de fer entièrement métalliques, dont nous avons déjà signalé les avantages au point de vue de la sécurité des voyageurs (1), les assemblages sont généralement effectués par rivures, ce qui entraîne un accroissement notable du poids et, par suite, du coût de la traction. Ainsi, en Allemagne, on est parvenu à ramener le poids d'une voiture à voyageurs à intercirculation de 47 à 39 t, grâce à l'emploi de la soudure électrique, soit un gain très appréciable de 17 %. L'utilisation d'alliages légers et résistants a même permis de porter cet allègement à 30 %. Mais, malheureusement, tous ces produits nouveaux de la métallurgie moderne sont d'un prix élevé... C'est pourquoi les exploitants — faute de crédits — ne peuvent pas toujours en généraliser l'emploi.

Que représentent les échelles de dureté Brinell, Rockwell, Vickers, etc. ?

LES méthodes *statiques* pour la mesure de la dureté des métaux ont pour but de mesurer la résistance de la matière à la pénétration d'un corps solide indéformable. Le procédé *Brinell*, universellement connu, consiste donc à appliquer progressivement une bille en acier extrêmement dur ($d = 1$ cm) sur la surface à essayer et sous une charge de 3 000 kg. C'est le rapport entre cette charge et la *surface* de l'empreinte laissée par la bille qui constitue le nombre Brinell. L'exactitude de ce procédé dépend évidemment de la précision avec laquelle on détermine le diamètre de cette empreinte. La bille d'acier, d'autre part, commençant à se déformer pour des duretés supérieures à 300 (Brinell), on a remplacé l'acier par le diamant. *Rockwell* utilise, en Amérique, un diamant conique, à angle de 120° et à pointe arrondie, sous une charge

de 150 kg. La profondeur de l'empreinte est évaluée en 2 millièmes de millimètre, la dureté 100 (Rockwell) correspondant par définition à un creux de 2 millièmes de millimètre. De son côté, la dureté *Vickers* (Angleterre) s'obtient au moyen d'un diamant taillé en pyramide à quatre faces et en mesurant au microscope la diagonale de l'empreinte carrée laissée sur l'échantillon sous charge variant de 1 à 120 kg (1). En Amérique, certains instruments de mesure à diamant évaluent également la dureté en déterminant la charge nécessaire pour obtenir une empreinte de 0,04 mm (en profondeur).

Il y a aussi des méthodes *dynamiques* utilisant le rebondissement d'une pièce d'acier tombant sur la surface à essayer (2) : sclérographe. Elles permettent également d'apprécier l'élasticité de cette surface. D'une façon générale, c'est l'échelle Brinell qui est la plus utilisée (jusqu'à 300), puis l'échelle Vickers.

L'« ozaphane » est utilisé pour les enregistrements sonores

POUR les enregistrements sonores sur films, on procède en effet actuellement, en Angleterre, aux essais d'un nouveau support obtenu en régénérant la cellulose de la viscosité (3). Cette matière, l'« ozaphane », est assez résistante pour permettre la préparation de bandes de 0,04 à 0,05 mm d'épaisseur seulement. L'émulsion, peu sensible à la lumière, est intégrée dans la masse du support et son développement s'effectue simplement sous l'action du gaz ammoniac, sans fixation ni lavage. Cette émulsion ne permet d'obtenir que des positifs par contact direct avec des positifs. Le tirage des rubans s'effectue donc à partir d'un positif réalisé sur un film ordinaire au moyen du premier négatif obtenu.

Sur un tel ruban, de 4 mm de large, il est possible de réserver deux pistes sonores, de sorte qu'une bobine de 17 cm de diamètre assure une audition de 15 mn pour chaque piste (30 mn au total). Le retour du ruban, après l'exploration de la première piste, est automatique, et il suffit alors de régler la position de la fente par laquelle passe le faisceau lumineux du reproducteur photoélectrique pour passer immédiatement à l'audition correspondant à la deuxième piste. Combiné avec un radiorécepteur, en faisant agir les courants modulés sur le faisceau lumineux qui impressionne l'émulsion sensible du ruban, cet équipement permet d'enregistrer les émissions sur un film peu encombrant et de les reproduire à volonté au moyen du lecteur photoélectrique.

(1) L'échelle de dureté utilisée est d'ailleurs indépendante de la charge.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 153, page 243.

(3) La viscosité résulte, on le sait, du traitement de la cellulose par la soude et le sulfure de carbone. (Voir *La Science et la Vie*, n° 173, page 415.)

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 232, page 301.

LA PRODUCTION DES MOTEURS D'AVIATION FRANÇAIS

On doit considérer qu'il n'y a actuellement en France aucune crise de moteurs d'aviation.

Dans le dernier trimestre, sur 225 moteurs vendus à l'exportation, 150 moteurs Gnome-Rhône ont été vendus pour équiper des cellules de chasse rapides polonaises *P. Z. L.* destinées à la Turquie, à la Grèce, à la Roumanie et à la Bulgarie.

De son côté, le gouvernement yougoslave a acquis 72 moteurs français Gnome-Rhône « NO.-14 » en vue d'équiper 36 avions de bombardement lourd *Dornier* bimoteurs, ceci naturellement après comparaison des performances des moteurs allemands et français sur la cellule.

Si la France exporte ses moteurs pour équiper les meilleurs cellules que produisent la Pologne et l'Allemagne, c'est que les moteurs français sont classés par les gouvernements étrangers parmi les meilleurs.

Soulignons en passant qu'un modèle (cellule et moteurs) en France, parmi nos avions militaires, est très au goût du jour : c'est le bimoteur moyen rapide de bombardement léger, de com-

bat ou de grande reconnaissance, dont le prototype est l'avion *Potez-631* équipé de moteurs Gnome-Rhône-Mars ou de moteurs « 14 HB » Hispano. Les ventes à l'étranger en donnent la preuve évidente : la Lithuanie, la Grèce, la Roumanie, la Chine ont passé, au cours des deux derniers mois, des commandes très importantes (près de 100 avions complets) de ce matériel par l'intermédiaire de l'organisation officielle de vente du ministère de l'Air (O. F. E. M. A.).

Enfin, n'oublions pas que la France garde la tête pour la production de moteurs puissants. C'est en France qu'est homologué officiellement — et cela depuis quatorze mois — le moteur le plus puissant du monde. Il s'agit du moteur 18 cylindres, dont la puissance, à l'époque de son homologation, atteignait 1 300 ch et qui, dans quelques semaines, sera perfectionné pour pouvoir atteindre la puissance de 1 500 ch.

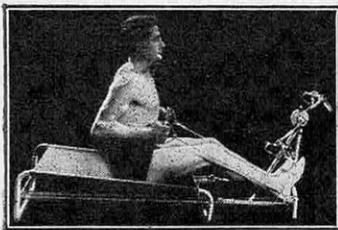
Mais ce n'est que vers la fin de 1938 que doivent sortir les premières cellules prototypes capables de pouvoir utiliser les moteurs de cette puissance.

LES A COTÉ DE LA SCIENCE INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Gymnastique rationnelle chez soi

La vie moderne condamne le plus souvent le citadin à une dépense d'énergie physique nettement insuffisante pour le bon développement ou le maintien de l'équilibre physiologique de l'organisme. Il faut bien reconnaître que les quelques mouvements de



LE NOUVEL APPAREIL DE GYMNASTIQUE UTILISÉ COMME MACHINE À RAMER

On voit, à droite, le pédalier qui sert au pédalage horizontal ou incliné.

culture physique auxquels s'astreignent les plus courageux ne présentent pas un attrait susceptible de favoriser leur diffusion. Voici, par contre, un appareil fort bien conçu qui permet de doser l'effort exercé et, par suite, de se rendre compte des progrès réalisés. Sans sortir de chez soi, il facilite l'exécution de nombreux mouvements dont dépendent à la fois la santé et le développement de tout individu. C'est d'abord le pédalage horizontal avec effort réglable, la distance du pédalier au siège étant elle-même variable selon la taille du sujet. Ce

sont ensuite les divers mouvements du tronc et des bras comme en impose la pratique du canotage, dont les bienfaits ne sont plus à vanter. Ce sont enfin des mouvements des bras — toujours avec effort réglable — qui complètent la série des exercices possibles.

Cet appareil, d'une construction simple et robuste, pouvant être utilisé partout, se range aisément, une fois replié, dans une armoire et ne pèse que 10 kg.

SOCIÉTÉ D'APPLICATIONS SCIENTIFIQUES, 19, avenue Trudaine, Paris (10^e).

Cours d'éclairage

Le Cours annuel d'éclairage, professé à l'École Spéciale des Travaux publics, du Bâtiment et de l'Industrie, s'ouvrira le 17 janvier 1938, à 20 h 15, dans les amphithéâtres de l'École, 3, rue Thénard, Paris (5^e).

Mesure exacte de la vitesse des automobiles en essais

LES différences entre le diamètre réel et le diamètre théorique des roues de voitures, les déformations des bandages pendant la marche et le glissement des roues sur le sol (toujours assez sensible aux grandes vitesses) rendent imprécises les mesures effectuées au tachymètre ordinaire. Si le nombre de tours des roues enregistré est exact, on ne peut en déduire

la distance exacte couverte par la voiture en essai. Aussi, la *General Motors* emploie-t-elle, sur les pistes spéciales qu'elle utilise, un nouveau dispositif constitué par une cinquième roue attelée derrière la voiture de telle sorte qu'elle puisse uniquement se déplacer horizontalement et verticalement en suivant exactement la trajectoire de la voiture, mais sans subir aucune inclinaison par rapport au sol. Cette roue com-

mande par courroie une dynamo dont la tension, proportionnelle à la vitesse, s'inscrit sur un voltmètre sous les yeux du conducteur. La graduation de ce voltmètre en milles à l'heure, ou en km/h, donne immédiatement la vitesse. La puissance transmise étant très faible, le glissement de la courroie qui entraîne la dynamo (seule cause d'erreur) est négligeable.

V. RUBOR.

CHEZ LES ÉDITEURS (1)

Paris, par *Henry Bidou*. Prix franco : France, 45 f 20 ; étranger, 48 f 20.

Du point de vue historique, artistique, pittoresque, il n'est pas de sujet plus attractif que Paris, vu, compris, raconté par les poètes, les romanciers, les conteurs, les essayistes, les chroniqueurs, les mémorialistes. M. Henry Bidou, publiciste clairvoyant et scrupuleux qui, pendant la guerre de 1914-1918, sut quotidiennement rédiger ce que l'on appelait alors la critique militaire des opérations et qui, par la suite, nous donna une histoire de la Grande Guerre à la fois documentaire et analytique, a su aussi, avec autant de talent, nous présenter aujourd'hui une ville comme Paris faite d'extraordinaires contrastes. En dépit de ses multiples défauts (mal tenue, mal éclairée, bruyante, pour ne citer ici que les principaux), cette grande cité est cependant *unique* au monde avec ses qualités « hors série » et ses tares banales parce que, précisément, elle réalise une prodigieuse variété, allant de la majesté à la vétusté, de l'élégance architecturale à la répugnance de ses taudis, offrant en plein *xx^e* siècle ses rues incommodes et obscures à côté de ses grandes perspectives inégalées. C'est ça Paris... L'auteur, qui vient de lui consacrer un très beau volume de 400 pages, y fait défiler, dans ses principaux chapitres : la Lutèce antique, les vestiges du moyen âge, la première Révolution parisienne qui remonte à 1356 et Dieu sait s'il y en eut d'autres plus ou moins sanglantes depuis l'époque des Etienne Marcel jusqu'aux sinistres meneurs de la Terreur et de la Commune. A ces temps révolutionnaires, M. Henry Bidou consacre plusieurs pages fort bien venues... nous allons écrire objectivement vécues. Citons encore le Paris du *Cid*, le Paris de Louis XIV, le Paris impérial, le Paris de l'époque romantique, et celui des temps plus modernes, pour aboutir à une conception d'un Paris futur qui se transformerait enfin en une capitale aménagée d'après les principes les plus scientifiques et artistiques de l'urbanisme moderne. Dans ce domaine, il y a tant de problèmes à résoudre qui mériteraient d'être exposés dans un ouvrage de caractère tout différent. C'est, en effet, aux ingénieurs, aux architectes, aux urbanistes, qu'il appartient de dresser un grand plan d'aménagement de la région parisienne, au centre de laquelle s'élèverait une capitale scientifiquement conçue, artistiquement réalisée. Quand on pense que, pour l'Exposition de 1937, nos édiles n'ont même pas pu faire exécuter le projet d'éclairage à l'électricité de la place de la Concorde et des Champs-Élysées qui en sont encore réduits aux lampadaires à gaz !... C'est un cas unique

et humiliant si l'on compare les autres grandes capitales du globe. Quant à la propreté de ses artères, l'anachronisme de ses édifices publics, je vous laisse à deviner ce qu'en pensent nos visiteurs étrangers lorsqu'ils prennent contact pour la première fois avec la « Ville Lumière », comme on disait jadis. Il y a heureusement en France des agglomérations de moyenne importance — telle Villeurbanne par exemple — qui possèdent de nos jours tout le confort moderne dans la cité moderne. En 1938, Paris, la troisième capitale du monde, est très en retard à bien des points de vue. Mais le Paris pittoresque peint par M. Bidou entre 1380 et 1900 n'est pas évidemment celui des Arts et des Techniques dans l'urbanisme contemporain : il n'en est pas moins vivant sous la plume d'un écrivain tel que M. Bidou.

Nauticus 1937 (Berlin 1938). Prix : 4,80 RM.

Cet annuaire — le vingt et unième — pour la marine allemande, luxueusement illustré, — et aussi pour les autres marines du monde, — est indiscutablement fort complet et l'un des plus minutieusement mis à jour existant actuellement. Nous le présentons au début de chaque année à nos lecteurs pour leur rappeler la précieuse source de documentation qu'il constitue pour tous ceux qui s'intéressent, par profession, aux « choses » de la mer : marins, ingénieurs, constructeurs, écrivains, hommes politiques, etc. La table des matières est des plus détaillée et forme ainsi un index aisé à consulter. On y trouve également toute la liste des grandes firmes industrielles qui, en Allemagne, travaillent pour les constructions navales. Leur copieux cahier d'annonces est aussi intéressant à parcourir : c'est le « Gotha » des spécialistes les plus réputés dans les différents domaines de la production mécanique appliquée au navire.

Traité élémentaire de chimie, par Lavoisier. — **Leçons de philosophie chimique, par J.-B. Dumas.** — **La synthèse totale en chimie organique, par Wohler, Berthelot, Le Bel, Van Hoff, Pasteur.** — Chaque volume, prix franco : France, 23 f ; étranger, 27 f.

L'éditeur qui, à l'occasion de l'Exposition de 1937, a eu l'idée — louable — de rassembler dans une « Collection des Classiques de la Découverte scientifique » les plus beaux mémoires, les plus belles leçons des maîtres de la Chimie contemporaine, a fait œuvre éducative au premier chef, en cherchant à diffuser les manifestations les plus élevées de la Pensée française depuis plus d'un siècle. Les trois ouvrages que nous présentons à notre public cultivé constituent, en quelque sorte, trois têtes de chapitres de la chimie d'hier, qui a préparé le prodigieux essor de la chimie d'aujourd'hui, aussi bien dans

(1) Les ouvrages annoncés peuvent être adressés par LA SCIENCE ET LA VIE au reçu de la somme correspondant au prix indiqué, sauf majoration.

ses conceptions théoriques que dans ses applications pratiques. C'est une véritable anthologie renfermant les pages les plus caractéristiques des travaux de nos grands savants du XVIII^e au XX^e siècle, rappelant les recueils littéraires qui, jadis, étaient exclusivement consacrés à la sélection d'œuvres littéraires : prosateurs, philosophes, poètes. La Découverte fait appel inéluctablement à la méthode expérimentale, qui s'est substituée à l'empirisme. Aujourd'hui, elle utilise les mêmes procédés d'investigation féconde qui ont ensemencé si généreusement le champ de nos connaissances depuis Lavoisier jusqu'à nos jours. Cette méthodologie a, en effet, engendré, successivement et progressivement, la théorie atomique, la synthèse chimique, les lois d'équilibre, la chimie physique, pour ne rappeler ici que ces grandes étapes : elle a ainsi abouti à une pénétration plus profonde de la constitution de la matière et à une interprétation plus rationnelle des phénomènes si complexes relevant des sciences physiques. En relisant, par exemple, ces premières leçons de Philosophie chimique de J.-B. Dumas, professées il y a juste un siècle au Collège de France, on comprend comment ce génie précurseur s'est surtout préoccupé de préparer ses auditeurs à juger de la valeur incomparable de l'œuvre révolutionnaire et prestigieuse d'un Lavoisier. A ce titre, l'on doit considérer celui-ci comme le véritable fondateur d'une science basée sur la seule expérience. C'est en possession de ce principe immuable et immortel que la Science a fait dès lors tant de progrès en s'avancant à pas de géant. Les « Classiques de la Découverte » viennent nous rappeler fort opportunément ce que nous devons à ces « anciens » précurseurs et édificateurs de la Science moderne.

Toute la T. S. F. en cent cinquante schémas, par Alain Boursin. Prix franco : France, 17 f 80 ; étranger, 19 f 40.

Ce recueil de plans, unique en France, s'adresse aussi bien aux débutants qu'aux initiés et même aux professionnels. De nombreux essais de laboratoire ont permis à l'auteur de dresser les meilleurs schémas depuis les postes à galène jusqu'aux radiorécepteurs à nombreuses lampes ultra perfectionnés, et même aux petits émetteurs. Adaptateurs à ondes courtes, antiparasites, filtres, dispositifs antifading, contrôleurs visuels, systèmes de réaction B F y sont clairement traités.

Rockefeller, par P. Lamure. Prix franco : France, 4 f 50 ; étranger, 6 f 50.

Le roi du pétrole est mort en 1937 : son nom restera immortalisé non pas à cause de sa fortune légendaire, mais bien parce qu'il est le fondateur de l'*Institute for Medical Research* de New York. Dans ce récent et petit ouvrage bien documenté sur la vie et l'œuvre du milliardaire américain, voici retracées les étapes de sa prodigieuse ascension ! Elle a tout simplement abouti à la formation du trust pétrolier le plus puissant d'Amérique et même du monde. C'est le seul rival de l'autre trust anglo-saxon du naphte et de ses dérivés créé en Europe. De telles existences romancées et agitées de personnages aussi représentatifs de l'activité humaine sont toujours ardemment suivies par la jeunesse d'aujourd'hui, qui ne se contente plus des héros de cinéma. C'est pourquoi la collection qui renferme le volume consacré à Rockefeller (après ceux sur Jean Mermoz, le

Père de Foucauld, Hélène Boucher, etc.) est, selon nous, appelée à former des caractères en donnant à ces jeunes, dans de semblables monographies vivantes et vécues, des exemples « réels » à suivre. La vie des hommes d'action de nos jours a trouvé ainsi ses Plutarque, qui retracent la carrière des « grands » de notre siècle en insistant sur leur psychologie, les luttes qu'ils ont menées avant le triomphe, les haines ou les admirations qu'ils ont soulevées. En un mot, c'est là tout ce qui donne le goût et la raison de vivre. Certains de ces « surhommes » ont parfois fait mauvais usage de leurs immenses richesses, conquises par un matérialisme exagéré.

Mais ceux qui, comme John-D. Rockefeller, ont mené l'ardente et si efficace campagne contre la tuberculose, créé la Cité internationale universitaire, contribué à réédifier la cathédrale de Reims, sans oublier (aux Etats-Unis) la récente construction du *Rockefeller Center*, la plus colossale de l'univers, ont droit à la reconnaissance des masses, bien qu'ils incarnent à leurs yeux un capitalisme sans limite. Il est probable qu'un demi-siècle plus tard, de telles fortunes aussi colossales n'auraient pu se développer avec autant de rapidité et d'intensité. A notre époque de dirigisme et de planisme, ces doctrines politico-sociales constituent en effet — et notamment en Amérique — de sérieux barrages aux débordements d'un libéralisme embrassant les moyens de production comme la rémunération des capitaux investis. La politique des trusts, déjà combattue aux Etats-Unis avant la Grande Guerre, doit disparaître si le « rooseveltisme » triomphe...

Génératrices et moteurs à courant continu, par Ed. Roth et J. Bardin. Prix franco : France, 14 f 40 ; étranger, 16 f 80.

Ce petit volume donne non seulement un aperçu général du fonctionnement de ces machines mais encore des indications utiles à l'ingénieur qui doit s'en servir ou les construire. Les industriels, comme les futurs électriciens, auront intérêt à le consulter, car il est rédigé par deux ingénieurs de la Société Als. Thom qui ont déjà fait leur preuve en électromécanique.

L'Auto, par Vilaseca, J. Hesse et J. Glandard. Prix franco : France, 22 f ; étranger, 26 f.

Dans cet ouvrage d'initiation à la technique automobile, les auteurs ont su condenser en 250 pages tout ce qu'un débutant (c'est-à-dire le plus souvent un usager en puissance) doit savoir pour comprendre le mécanisme de son véhicule et connaître l'outil dont il doit se servir. L'automobiliste d'aujourd'hui ne doit plus être aussi ignorant de ces « choses » mécaniques que la plupart des propriétaires de voitures de la génération précédente. Alors leurs notions relatives au moteur à explosion ou plus exactement au *moteur à carburation à essence* étaient non seulement insuffisantes, mais souvent erronées. Le présent volume élémentaire contribuera à faciliter cette initiation parce qu'il est accessible à tous. Un index alphabétique assez complet permet de trouver immédiatement le point sur lequel on a besoin d'accroître son savoir technique sur des organes maintenant si simples, si réguliers, si robustes qui concourent à réaliser une voiture moderne. Ses défaillances sont, du reste, le plus souvent le fait du conducteur que du constructeur. C'est pourquoi les auteurs ont consacré quelques chapitres relatifs et à ces

ennuis mécaniques toujours possibles, et au bon entretien qui, dans bien des cas, permet de les éviter. Il s'agit aussi de réparations qui, un jour ou l'autre, s'imposeront: dans la vie des machines, — comme en biologie, — l'usure conduit — plus ou moins rapidement — les organismes vers la mort. Pour retarder cet événement fatal, on doit — en temps opportun — faire appel aux thérapeutes...

Si vous voulez faire de la vitesse, par W. Scherman. Prix franco: France, 19 f 40; étranger, 21 f 80.

Voilà un petit ouvrage, traduit de l'anglais, qui constitue un recueil essentiellement pratique résultant de l'expérience prolongée de son auteur en matière de locomotion automobile. Les « jeunes », notamment, y trouveront des conseils utiles, des enseignements précieux et que même les « anciens » ont parfois tendance à oublier. On ne saurait trop répéter ici que la plupart des accidents proviennent du conducteur. Si celui-ci consent à appliquer dans l'esprit et dans la lettre les prescriptions de ce catéchisme de l'automobiliste, il s'évitera à lui-même bien des ennuis — plus ou moins graves — et surtout il agira plus « correctement » vis-à-vis d'autrui. Le médiocre conducteur fait, hélas! plus souvent du tort à son prochain qu'à lui-même et c'est en cela qu'il doit lire ces prescriptions... avec la foi.

La vérité sur la radiesthésie, par P. Serres. Prix franco: France, 36 f 60; étranger, 38 f 60.

Voici un nouveau volume sur ce sujet toujours aussi « mystérieux », qui passionne les foules. Le professeur Houllévigüe a déjà exposé dans *La Science et la Vie* (1) ce qu'il fallait penser de la valeur des bases, des méthodes, des possibilités sur lesquelles s'appuie la Radiesthésie. Les lecteurs si friands de l'art du sourcier » consulteront néanmoins, avec un vif intérêt, ce

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 224, page 139.

petit ouvrage que M. P. Serres s'est efforcé de concevoir en substituant autant que possible l'analyse expérimentale à l'empirisme pour expliquer les phénomènes qui ont donné lieu à l'emploi de la baguette ou du pendule. Les discussions à ce sujet ne sont pas closes, mais il y a des faits indiscutables que les « chercheurs » doivent... chercher à expliquer. L'Etat-Major allemand, en 1918, n'eut-il pas lui-même recours à des « sourciers » pour choisir, en connaissance de cause, un terrain approprié à l'établissement de la plate-forme qui devait supporter la fameuse pièce d'artillerie à grande portée (dénommée « Bertha ») destinée au bombardement de Paris... par voie non aérienne ?

Les droits des savants, par Paul Olganier. Prix franco: France, 21 f 40; étranger, 23 f 80.

Un grand savant est moins connu du grand public qu'un médiocre romancier! Celui-ci a des *droits* sur ses œuvres; celui-là n'en a pas. Tel est le thème développé dans le présent ouvrage par un auteur particulièrement qualifié qui nous explique comment on doit remédier à cette anomalie... plus exactement à cette injustice.

Méthodes modernes de tournage, par Robert Fontaine. Prix franco: France, 39 f 60; étranger, 41 f 60.

Parmi les lecteurs de *La Science et la Vie*, il y a de nombreux ouvriers, contremaîtres, formant une élite professionnelle, qui cherchent à se tenir au courant des progrès réalisés aussi bien dans leur « métier » que dans la technique industrielle en général. Nous leur signalons cet ouvrage tout récent, fort bien fait et sérieusement documenté à l'atelier, sur les méthodes modernes de tournage. On sait quelle place tient, dans la fabrication, l'usinage parfait des pièces mécaniques grâce aux *outils à grandes vitesses de coupe*, qui ont tant amélioré les moyens de production. Signalons notamment que la question des « mandrins » y est remarquablement traitée.

TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affran-	{ 1 an..... 55 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an..... 65 fr.
chis.....	{ 6 mois... 28 —		{ 6 mois... 33 —

BELGIQUE

Envois simplement affran-	{ 1 an... 70f. (français)	Envois recommandés.....	{ 1 an... 90f. (français)
chis.....	{ 6 mois. 36f. —		{ 6 mois. 45f. —

ÉTRANGER

Pour les pays ci-après : *Afghanistan, Australie, Bolivie, Chine, Danemark, Etats-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Iles Philippines, Indes Néerlandaises, Irlande, Islande, Italie et Colonies, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Pérou, Rhodésia, Suède.*

Envois simplement affran-	{ 1 an..... 90 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an.... 110 fr.
chis.....	{ 6 mois... 46 —		{ 6 mois.. 55 —

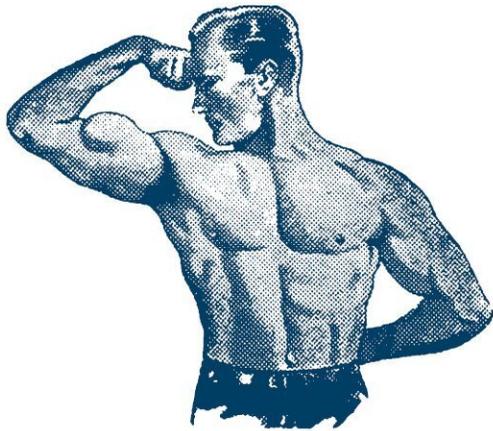
Pour les autres pays :

Envois simplement affran-	{ 1 an..... 80 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an..... 100 fr.
chis.....	{ 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

LE 28 FÉVRIER...



C'est avec juste raison qu'on nous appelle les « Constructeurs de muscles ». En trente jours, nous pouvons transformer votre corps d'une manière que nous n'auriez jamais cru possible. Quelques minutes d'exercice chaque matin suffisent pour augmenter de 4 centimètres les muscles de vos bras et de 12 centimètres ceux de votre tour de poitrine. Votre cou se fortifiera, vos épaules s'élargiront. Avant même que vous vous en aperceviez, les gens se retourneront sur votre passage. Vos amis vous demanderont ce qui vous est arrivé. Peu importe que vous ayez toujours été faible ou mince, nous ferons de vous un homme fort, et nous savons que nous pouvons le faire. Nous pouvons, non seulement développer vos muscles, mais encore élargir votre poitrine et accroître la capacité de vos poumons. A chaque respiration, vous remplirez entièrement vos poumons d'oxygène, et votre vitalité ne sera pas comparable à ce qu'elle était auparavant.

ET EN CENT CINQUANTE JOURS

Il faut compter cent cinquante jours pour mener à bien et parfaire ce travail ; mais, dès le trentième jour, les progrès sont énormes. Au bout de ce temps, nous vous demanderons simplement de vous regarder dans une glace. Vous verrez alors un tout autre homme. Nous ne formons pas un homme à moitié. Vous verrez vos muscles se gonfler sur vos bras, vos jambes, votre poitrine et votre dos. Vous serez fier de vos larges épaules, de votre poitrine arrondie, du superbe développement obtenu de la tête aux pieds.

NOUS AGISSONS ÉGALEMENT SUR VOS ORGANES INTÉRIEURS

Nous vous ferons heureux de vivre ! Vous serez mieux et vous vous sentirez mieux que jamais vous ne l'avez été auparavant. Nous ne nous contentons pas seulement de donner à vos muscles une apparence qui attire l'attention : ce serait du travail à moitié fait. Pendant que nous développons extérieurement vos muscles, nous travaillons aussi ceux qui commandent et contrôlent les organes intérieurs.

Vous aurez des MUSCLES

Nous le garantissons

Nous les reconstituons et nous les vivifions, nous les fortifions et nous les exerçons. Nous vous donnerons une joie merveilleuse : celle de vous sentir pleinement en vie. Une vie nouvelle se développera dans chacune des cellules, dans chacun des organes de votre corps, et ce résultat sera très vite atteint. Nous ne donnons pas seulement à vos muscles la fermeté dont la prééminence vous émerveille, mais nous vous donnons encore l'énergie, la vigueur, la santé. Rappelez-vous que nous ne nous contentons pas de promettre : nous garantissons ce que nous avançons : **Faites-vous adresser** par le **Dynam Institut** le livre **gratuit** : *Comment former ses muscles* (L'Éducation Physique de la Nation française). Ce livre vous fera comprendre l'étonnante possibilité du développement musculaire que vous pouvez obtenir. Vous verrez que la faiblesse actuelle de votre corps est sans importance, puisque vous pouvez rapidement développer votre force musculaire avec certitude.

Ce livre est à vous : il suffit de le demander. Il est gratuit, mais nous vous prions de bien vouloir joindre 2 francs en timbres-poste pour frais d'envoi. Une demande de renseignement ne vous engage à rien. Postez le bon dès maintenant pour ne pas l'oublier.

BON GRATUIT

(à découper ou à recopier)

DYNAM INSTITUT (Section A. 40)
25, rue d'Astorg, 25 — PARIS (8^e)

Veillez m'adresser gratuitement et sans engagement de ma part votre livre intitulé COMMENT FORMER SES MUSCLES, (L'Éducation Physique de la Nation Française) ainsi que tous les détails concernant votre garantie. Ci-inclus 2 francs en timbres-poste pour frais d'envoi.

NOM

ADRESSE

.....

L'OUTILERVÉ

Que de travaux attrayants et utiles n'exécuterait-on pas si l'on possédait l'outilage 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, au prix de

950 francs

SIAME

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)

