

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

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

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

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

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

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

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

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

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

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

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

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

Notice du Volume	
Auteur(s) volume	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Volume	Tome 51. n. 240. Juin 1937
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1937
Collation	1 vol. (XXX p.-p.[407]-484) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 240
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Thématique(s)	Généralités scientifiques et vulgarisation
Typologie	Revue
Langue	Français
Date de mise en ligne	10/12/2019
Date de génération du PDF	05/12/2019
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?SCVIE.240

France et Colonies : 5 fr.

N° 240 - Juin 1937

LA SCIENCE ET LA VIE



TRAVAUX SOUS-MARINS À L'EXPOSITION DE 1937

SAVEZ-VOUS vous servir d'une **RÈGLE A CALCULS** le temps qu'elle vous fait économiser les multiples services qu'elle est à même de vous rendre chaque jour ?



Quel que soit votre métier, une **RÈGLE A CALCULS** vous est indispensable

La **RÈGLE A CALCULS** est l'instrument indispensable de tous ceux qui ont besoin de faire des calculs. L'ouvrier, le contremaître doivent savoir se servir aussi rapidement d'une règle à calculs que l'ingénieur. La règle à calculs a maintenant conquis toutes les principales branches de la technique pratique, de l'industrie, du commerce et même les écoles.

Le nombre incalculable de règles à calculs vendues jusqu'à ce jour est la meilleure preuve de l'utilité et de la commodité de la règle à calculs comme auxiliaire dans tous les calculs numériques.

Rien n'est plus facile que de se servir d'une **RÈGLE A CALCULS**

L'emploi de la règle à calculs est simple et pratique : il suffit de savoir lire. Extraire une racine carrée ou cubique, calculer la résistance d'un conducteur électrique, le rendement d'une dynamo ou simplement le prix de revient de marchandises est aussi facile que de faire une addition. Quelques minutes suffisent pour apprendre à se servir d'une règle à calculs. Chaque jour, son emploi vous donne des facilités nouvelles et vous permet d'économiser temps et argent. Pourquoi hésiter plus longtemps et vous casser la tête à noircir des feuilles entières de papier, alors que quelques secondes suffisent pour faire, avec une règle à calculs, l'opération la plus compliquée ?

Chefs de chantiers, Chefs d'ateliers, Contremaîtres, Mécaniciens, Electriciens, Employés, Voyageurs, etc., demandez des renseignements sur la **règle à calculs**

MARC

DÉTAIL : PAPETIERS — LIBRAIRES — OPTICIENS — INSTRUMENTS DE PRÉCISION
GROS : **CARBONNEL & LEGENDRE, FABRICANTS**

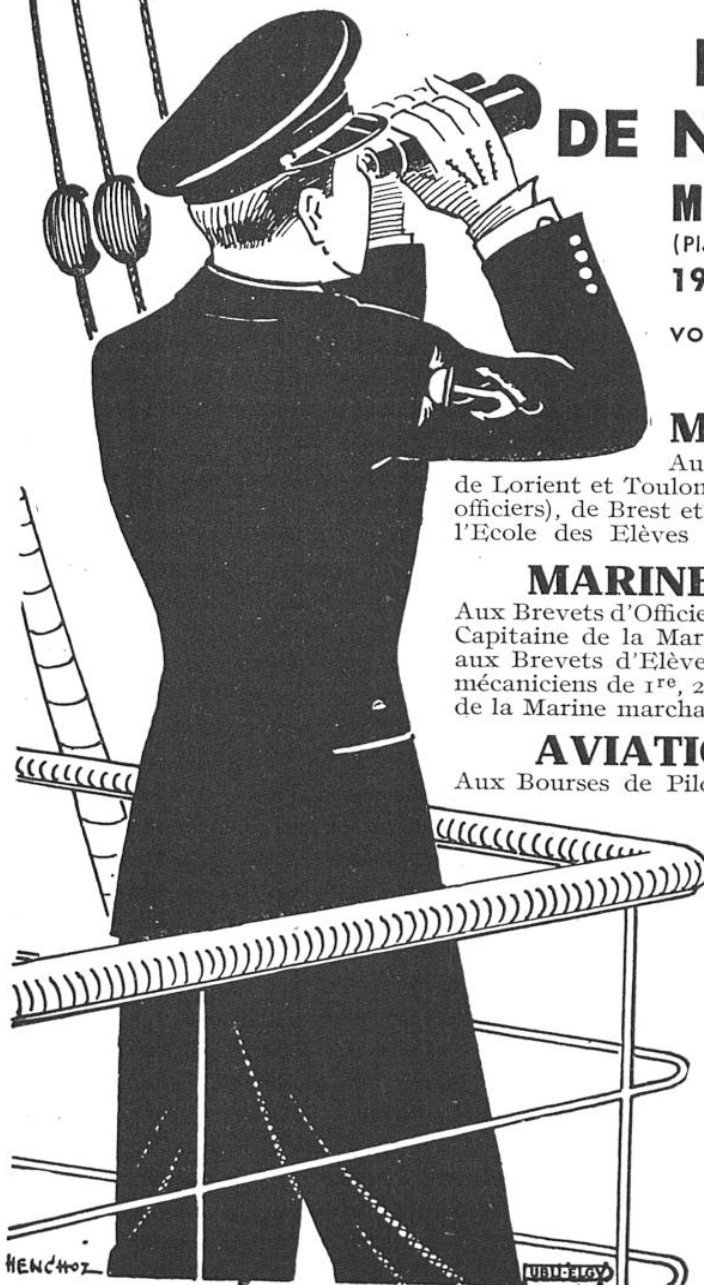
24, RUE DE DUNKERQUE, 24 — PARIS-X* — TÉLÉPHONE : TRUDAINE 83-13

Si vous ne la trouvez pas, écrivez-nous ; nous vous donnerons l'adresse de notre dépositaire le plus proche

DES REPRÉSENTANTS EXCLUSIFS SONT DEMANDÉS POUR LES COLONIES FRANÇAISES ET LES PAYS ÉTRANGERS

MARINE — AVIATION

LES PLUS BELLES CARRIÈRES



L'ÉCOLE DE NAVIGATION MARITIME & AÉRIENNE

(Placée sous le haut patronage de l'État)

19, rue Viète, PARIS (17^e)

vous préparera à l'école même
ou par correspondance

MARINE MILITAIRE

Aux Ecoles des Apprentis Mécaniciens de Lorient et Toulon ; aux Ecoles de Maistrance (sous-officiers), de Brest et de Toulon ; à l'Ecole Navale et à l'Ecole des Elèves Ingénieurs-Mécaniciens de Brest.

MARINE MARCHANDE

Aux Brevets d'Officier-Radio, Lieutenant au long cours, Capitaine de la Marine marchande et au long cours ; aux Brevets d'Elève-Officier mécanicien et d'Officiers mécaniciens de 1^{re}, 2^e et 3^e classe ; au Brevet de Radio de la Marine marchande.

AVIATION MILITAIRE

Aux Bourses de Pilotage de l'Aviation populaire ; à l'Ecole des Sous-Officiers pilotes d'Istres ; à l'Ecole de l'Air ; à l'Ecole Militaire de l'Armée de l'Air ; à l'Ecole des Mécaniciens de Rochefort ; à l'Ecole des Officiers mécaniciens de l'Air.

AVIATION MARITIME

A l'Ecole des Mécaniciens de l'Aviation maritime de Rochefort.

AVIATION CIVILE

Aux emplois administratifs : Dessinateur, Agent technique, Ingénieur-Adjoint et Ingénieur de l'Aéronautique ; aux Brevets élémentaire et supérieur de Navigateur aérien ; à l'Ecole supérieure de l'Aéronautique.

MÊME ÉCOLE A **NICE**, placée sous le haut patronage de la Ville de Nice,
56, boulevard Impératrice-de-Russie.

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
Rég. : 19-31

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-Violet.

Pour tout ce qui concerne l'Ultra-Violet ;
demander renseignements, catalogues et devis à
LA VERRERIE SCIENTIFIQUE
12, AV. du MAINE. PARIS. XV^e T. Littré 90-13

*de vraies
Besançon*

**expédiées directe-
ment par le fabri-
cant, 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° 37.65, envoyé gratuite-
ment sur demande par les
Etablissements SARDA, les
réputés horlogers installés
à BESANÇON depuis 1893.

Echanges et repri-
ses de montres
anciennes.

SARDA
BESANÇON
FABRIQUE D'HORLOGERIE DE PRÉCISION

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

PARIS VENISE en 4 h. 1/2

Avec
des appareils
parmi
les plus rapides
du monde
(Appareils FIAT)

● ●

TROIS SERVICES PAR SEMAINE

Lundi - Mercredi - Vendredi

PARIS.. ..	12 H. 55
TURIN . .	15 H. 25
MILAN . .	16 H. 20
VENISE ..	17 H. 35

Mardi - Jeudi - Samedi

VENISE ..	7 H. 55
MILAN . .	8 H. 55
TURIN . .	9 H. 45
PARIS.. ..	12 H. 35



RENSEIGNEMENTS ET LOCATION A

AIR FRANCE LE BOURGET, Tél.: Botzaris 97-50 **AIR FRANCE**
2, r. Scribe, PARIS - Tél.: Opéra 41-00

AVIOLINEE ITALIANE S.A.

Photogravure

Galvanoplastie
Compositions
publicitaires
Services de nuit
Services rapides
de jour
Livraisons dans
le plus bref délai
par automobile

Clicherie

Établissements

LAUREYS FRÈRES

17, r. d'Enghien
PARIS-10^e arr.
Tél. : Provence
99-37 (3 lignes)

SITUATION

lucrative, indépendante, immédiate

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

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

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

ON PEUT GAGNER EN ÉTUDIANT

Cours oraux et par correspondance
Quelques mois d'études suffisent

Les élèves sont attendus pour des situations

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

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

Éditeurs : FÉLIX ALCAN, Paris - NICOLA ZANICHELLI, I.
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'uni-
fication 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 cons-
tituant parfois de véritables enquêtes, comme celles sur
la contribution que les différents peuples ont apportée au
progrès 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
connait 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
pur 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)

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

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

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

Nom et prénoms.....

Rue et n°.....

Ville et Département.....

Date de naissance (1).....

Diplômes le cas échéant (1)

Lieu et date de nomination (1)

Traitement désiré (1)

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

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

ÉTUDES CHEZ SOI

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

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

L'ÉCOLE UNIVERSELLE,

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

LA PLUS IMPORTANTE DU MONDE.

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

LES MILLIERS DE SUCCES

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

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

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

BROCHURE N° 27.300, concernant les *classes complètes de l'Enseignement primaire et primaire supérieur* jusqu'aux Brevet élémentaire et Brevet supérieur inclusivement — concernant, en outre, la préparation rapide au *Certificat d'études primaires*, au *Brevet élémentaire*, au *Brevet supérieur*, pour les jeunes gens et jeunes filles qui ont déjà suivi les cours complets d'une école — concernant, enfin, la préparation au *Certificat d'aptitude pédagogique*, aux divers *Professorats*, à l'*Inspection primaire*, au *Certificat d'études P. C. B.* et à l'*examen d'herboriste*.

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

BROCHURE N° 27.306, concernant toutes les *classes complètes de l'Enseignement secondaire* officiel depuis la onzième jusqu'au *Baccalauréat* inclusivement — concernant aussi les examens de passage — concernant, enfin, pour les jeunes gens et les jeunes filles qui ont déjà suivi les cours d'un lycée ou d'un collège, la préparation rapide aux *divers baccalauréats* et aux *diplômes de fin d'études secondaires*.

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

BROCHURE N° 27.314, concernant la préparation à *tous les examens de l'Enseignement supérieur* : licence en droit, licence ès lettres, licence ès sciences, certificat d'aptitude aux divers professorats, etc.

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

BROCHURE N° 27.319, concernant la préparation aux concours d'admission dans *toutes les grandes Ecoles spéciales* : Agriculture, Industrie, Travaux Publics, Mines, Commerce, Armée et Marine, Enseignement, Beaux-Arts, Colonies, etc.

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

BROCHURE N° 27.324, concernant la préparation à *toutes les carrières administratives* de la Métropole et des Colonies.

(Enseignement donné par des Fonctionnaires supérieurs des Grandes Administrations et par des professeurs de l'Université.)

BROCHURE N° 27.329, concernant la préparation à tous les brevets et diplômes de la **Marine marchande** : Officier de pont, Officier mécanicien, Commissaire, T. S. F., etc.
(Enseignement donné par des Officiers de pont, Ingénieurs, Officiers mécaniciens, Commissaires, Professeurs de l'Université, etc.)

BROCHURE N° 27.334, concernant la préparation aux carrières d'**Ingénieur, Sous-Ingénieur, Dessinateur, Conducteur, Chef de Chantier, Contremaître** dans toutes les spécialités de l'**Industrie** et des **Travaux publics** : Electricité, T. S. F., Mécanique, Automobile, Aviation, Mines, Forge, Chauffage central, Chimie, Travaux publics, Architecture, Béton armé, Topographie, etc.
(Enseignement donné par des professeurs des Grandes Ecoles, Ingénieurs spécialistes, Professeurs de l'Enseignement technique, etc.)

BROCHURE N° 27.337, concernant la préparation à toutes les carrières de l'**Agriculture**, des **Industries agricoles** et du **Génie rural**, dans la Métropole et aux Colonies. — **Radiesthésie**.
(Enseignement donné par des Professeurs des Grandes Ecoles, Ingénieurs agronomes, Ingénieurs du Génie rural, etc.)

BROCHURE N° 27.344, concernant la préparation à toutes les carrières du **Commerce** (Administrateur commercial, Secrétaire commercial, Correspondancier, Sténo-Dactylographe) ; de la **Comptabilité** (Expert-Comptable, Comptable, Teneur de livres) ; de la **Représentation**, de la **Banque** et de la **Bourse**, des **Assurances**, de l'**Industrie hôtelière**, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs d'Ecoles pratiques, Experts-Comptables, Techniciens spécialistes, etc.)

BROCHURE N° 27.346, concernant la préparation aux métiers de la **Couture**, de la **Coupe**, de la **Mode** et de la **Chemiserie** : Petite-Main, Seconde-Main, Première-Main, Couturière, Vendeuse, Vendeuse-retoucheuse, Modéliste, Modiste, Coupeuse, Lingère, Brodeuse, Coupeur-Chemisier, Coupe pour hommes, Professorats libres et officiels, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs officiels et par des Spécialistes hautement réputés.)

BROCHURE N° 27.354, concernant la préparation aux carrières du **Cinéma** : Carrières artistiques, techniques et administratives.
(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 27.356, concernant la préparation aux carrières du **Journalisme** : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 27.360, concernant l'étude de l'**Orthographe**, de la **Rédaction**, de la **Rédaction de lettres**, de l'**Eloquence usuelle**, du **Calcul**, du **Calcul mental** et extra-rapide, du **Dessin usuel**, de l'**Ecriture**, etc.
(Enseignement donné par des Professeurs de l'Enseignement primaire et de l'Enseignement secondaire.)

BROCHURE N° 27.369, concernant l'étude des **Langues étrangères** : *Anglais, Espagnol, Italien, Allemand, Russe, Annamite, Portugais, Arabe, Esperanto*. — Concernant, en outre, les carrières accessibles aux polyglottes et le **Tourisme** (Interprète).
(Enseignement donné par des Professeurs ayant longuement séjourné dans les pays dont ils enseignent la langue.)

BROCHURE N° 27.374, concernant l'enseignement de tous les **Arts du Dessin** : Cours universel de dessin, Dessin usuel, Illustration, Caricature, Composition décorative, Décoration, Aquarelle, Peinture, Pastel, Fusain, Gravure, Décoration publicitaire — concernant également la préparation à tous les **Métiers d'art** et aux divers **Professorats**, E.P.S., Lycées, Ecoles pratiques.
(Enseignement donné par des Artistes réputés, Lauréats des Salons officiels, Professeurs diplômés, etc.)

BROCHURE N° 27.379, concernant l'**enseignement complet de la musique** : Musique théorique (*Solfège, Chant, Harmonie, Contrepoint, Fugue, Composition, Instrumentation, Orchestration, Transposition*), Musique instrumentale (*Piano, Accompagnement au piano, Violon, Flûte, Mandoline, Banjo, Clarinette, Saxophone, Accordéon*) — concernant également la préparation à toutes les carrières de la **Musique** et aux divers **Professorats** officiels ou privés.
(Enseignement donné par des Grands Prix de Rome, Professeurs membres du jury et Lauréats du Conservatoire national de Paris.)

BROCHURE N° 27.383, 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° 27.385, concernant l'**Art d'écrire** (Rédaction littéraire, Versification) et l'**Art de parler en public** (*Eloquence usuelle, Diction*).

BROCHURE N° 27.389, enseignement pour les **enfants débiles ou retardés**.

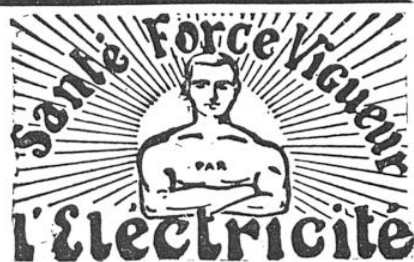
BROCHURE N° 27.392, concernant les **carrières féminines** dans tous les ordres d'activité.

BROCHURE N° 27.399, **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)



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

1re Partie : SYSTÈME NERVEUX.

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

2me Partie : ORGANES SEXUELS ET APPAREIL URINAIRE.

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

3me Partie : MALADIES de la FEMME

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

4me Partie : VOIES DIGESTIVES

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

5me Partie : SYSTÈME MUSCULAIRE ET LOCOMOTEUR

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

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

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

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

C'EST GRATUIT

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

SOURDS



2 Inventions nouvelles :
le **CONDUCTOS INTÉGRAL**
ET LE
CONDUCTOS STABILISÉ
vous feront

ENTENDRE IMMÉDIATEMENT

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

ÉCOLE DES MÉCANICIENS DE LA MARINE et de l'AIR

19, rue Viète - PARIS

MÊME ÉCOLE

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

MARINE DE GUERRE:

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

MARINE MARCHANDE:

Officiers Mécaniciens de première, deuxième et troisième classe. Diplôme d'Aspirant Mécanicien-Électricien.

AIR:

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

PROGRAMMES GRATUITS

**COURS SUR PLACE
COURS PAR CORRESPONDANCE**



LE CANOE MÉTALLIQUE

• •

NOUVEL ALLIAGE ULTRA LÉGER
GARANTI INROUILLABLE

POIDS 23 KG. — INSUBMERSIBLE

BUREAU "SV"

2, RUE DU CYGNE, PARIS-1^{er}

Toutes les RENAULT



*vont vite en
consommant peu*

En Aviation, les rapides avions CAUDRON-RENAULT sont les seuls appareils du monde qui permettent de grandes vitesses avec des moteurs de puissance réduite. En Automobile, les fameux moteurs surpuissants à refroidissement normalisé qui équipent les RENAULT 1937 ont rendu possibles les longues étapes à hautes moyennes avec des dépenses de carburant et d'huile tout-à-fait modérées. La vitesse implique des qualités d'accélération, de reprise, de tenue de route, de confort, que seule la technique RENAULT est parvenue à rassembler tout en maintenant une stricte ECONOMIE à l'usage. — Une RENAULT dure. Une RENAULT consomme peu. Une RENAULT est une valeur stable à l'abri des risques de notre temps.

REGARDEZ... ESSAYEZ... VOUS CHOISIREZ :

RENAULT

Vente à crédit avec le concours de la D.I.A.C., 47 bis, Avenue Hoche Paris



LUNETTE
FORME NOUVELLE
BREVETÉE S.G.D.G.

HORIZON
DONNANT UN CHAMP
DE VISION COMPLET



PARCE QUE LA POSITION PARTICULIÈRE DES BRANCHES
LAISSE ENTIÈREMENT LIBRE LA VISION LATÉRALE

Production de la **SOCIÉTÉ des LUNETIERS** dont la marque bien connue est une garantie
de fabrication scientifique parfaite,
la **LUNETTE HORIZON** est en vente (prix imposé) chez les Opticiens Spécialistes
La Société des Lunetiers, 6, rue Pastourelle, Paris, ne vend pas aux particuliers.

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 !



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

Notre volonté de doter notre pays d'un INSTITUT digne de lui et de l'état actuel de la Science nous a incités à reprendre sur de nouvelles bases perfectionnées l'effort que nous faisons depuis 1919, date de la fondation de notre première école.

IL Y A PRÈS DE 20 ANS...

... que s'ouvrait sous la direction de J.-E. LAVIGNE, créateur de l'enseignement radiotechnique en France, la première école de T. S. F.

Dans ce laps de temps, grâce à la valeur de l'enseignement donné, des MILLIERS D'ÉLÈVES ont satisfait aux examens des P. T. T. et obtenu, grâce à leur diplôme, des SITUATIONS de tout premier ordre.

Par la qualité de ses cours, par l'expérience de ses collaborateurs, par la diversité de ses programmes,

L'ÉCOLE FRANÇAISE DE RADIOÉLECTRICITÉ

s'impose aux parents soucieux d'assurer l'avenir de leurs enfants.

Une SECTION SPÉCIALE DE COURS INDUSTRIELS (Atelier-Ecole) vient d'être ouverte et fonctionne régulièrement en plein centre de Paris, 5, cité Paradis (Tél. : Provence 10-22).

Une documentation gratuite vous est offerte

Elle vous convaincra que l'une des spécialités ci-dessous vous intéresse

OFFICIERS RADIOS MARINE MARCHANDE

RADIOS AVIATEURS

OPÉRATEURS :

Service Navigation Aérienne. — Office National Météorologique. — Ministère de l'Intérieur. — Police-Radio. — Colonies.

GRANDES COMPAGNIES DE TRAFIC

CARRIÈRES INDUSTRIELLES

PRÉPARATIONS SUPÉRIEURES

Chefs monteurs-dépanneurs. — Monteurs-aligneurs. — Dépanneurs.

PRÉPARATION MILITAIRE

Session spéciale de MAI à OCTOBRE pour la Classe 1937

Programme technique des E. O. R. — Chefs de Poste. — Sapeurs télégraphistes.

ARMÉE DE L'AIR

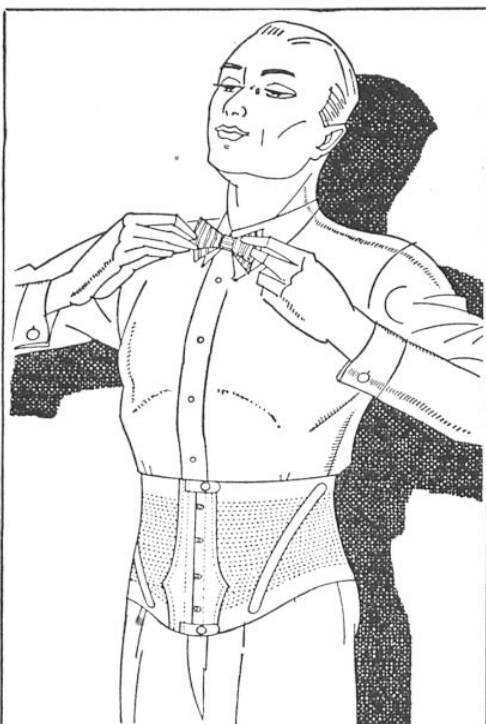
• • •
Demandez-la en nous envoyant
ce bon aujourd'hui même.

ÉCOLE FRANÇAISE DE RADIOÉLECTRICITÉ 10 BIS, RUE AMYOT, PARIS-V^e

Veillez me faire parvenir gratuitement, sans engagement de ma part, votre brochure concernant les différents emplois et carrières de la T. S. F.

NOM.....

ADRESSE



Pour sa Santé !
Pour sa Ligne !
L'HOMME MODERNE
doit porter la
Nouvelle Ceinture
Anatomic

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

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

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

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

Voir article
n° 234, page 511



permet, dans la position couchée, de lire sans fatigue

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

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

VOTRE JUMELLE R.-L. Dupuy
CHOISISSEZ-LA
LÉGÈRE

vous dira votre opticien...

La légèreté pour une jumelle est un avantage appréciable... car la jumelle est un instrument que l'on utilise généralement au cours de longues et fatigantes randonnées...

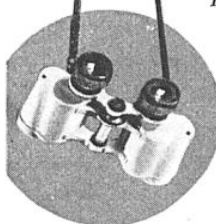
B.B.T. KRAUSS a réussi à concilier PRÉCISION ET LÉGÈRETÉ

Demandez à votre opticien de vous montrer la jumelle LÉGÈRE précise et française

MILLI 312

B.B.T. KRAUSS

Catalogue sur demande
82, Rue Curial - PARIS-17°



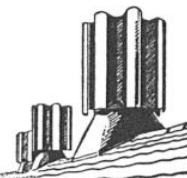
JUMELLES DE PRÉCISION



Fournisseur des Gouvernements Français et Étrangers

CHANARDISEZ VOUS LOCAUX!

CHANARDISER c'est
évacuer sans frais :
les bruits,
les odeurs,
les fumées.



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

CATALOGUE N° 78 SUR DEMANDE

CHANARD SA 3 RUEIL-MALMAISON 92



CIGARETTES

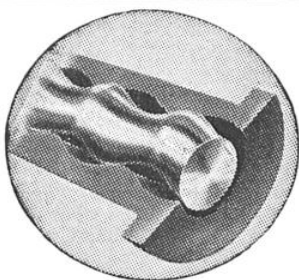
naja

TABAC D'ORIENT

RÉGIE FRANÇAISE

CAISSE AUTONOME D'AMORTISSEMENT

ETIQUETTE DE LA VASELLE "naja" 36 Rue de CHATEAUDUN, PARIS



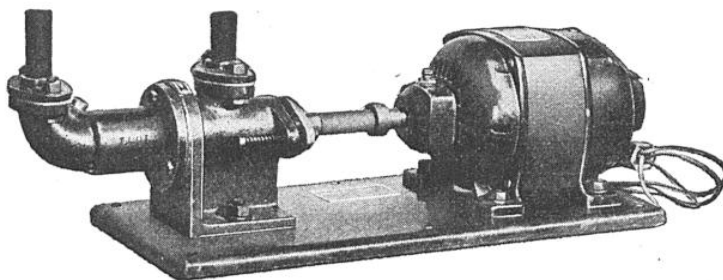
POMPES EN CAOUTCHOUC

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



FOIRE DE PARIS : Groupe de la Mécanique, Terrasse B, Stand 1814

POMPES. COMPRESSEURS. MÉCANIQUE
SOCIÉTÉ
65, 65 RUE DE LA MAIRIE VANVES (SEINE) TÉL MICHELET 3748

CARNAVAL



- Vous n'êtes pas très rigolo; venez prendre une bouteille de Champagne.
- Offrez moi plutôt une bouteille de DENTOL.

DENTOL

DENTIFRICE
ANTISEPTIQUE

EAU - PÂTE
POUDRE - SAVON

Maison FRÈRE
19, r. Jacob, Paris

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

Plus de 15.000 Jeunes Gens

ont été formés par **L'ÉCOLE CENTRALE DE T. S. F.**

12, rue de la Lune, PARIS (2^e) - Eugène POIROT, Directeur

Plus de 70 % des Candidats

reçus aux divers concours de l'Etat et des Administrations

sortent de **L'ÉCOLE CENTRALE DE T. S. F.**

L'importance de ses Ateliers-laboratoires, la qualité de son personnel enseignant en font
LA PLUS IMPORTANTE ÉCOLE DE T. S. F. DE FRANCE

Le **Comité de Direction et de Perfectionnement** offre la plus sérieuse référence de l'enseignement pratiqué à l'Ecole centrale de T. S. F.

M. le Professeur ABRAHAM.
M. le Professeur D'ARSONVAL, de l'Académie des Sciences.
M. le Professeur JEAN BECQUÉREL, du Muséum National d'Histoire Naturelle.
M. le Capitaine de Vaisseau BION, Chef du Service Historique au Ministère de la Marine.
M. le Professeur PRINCE LOUIS VICTOR DE BROGLIE, de l'Académie des Sciences.
✱ M. le Commandant JEAN CHARCOT, de l'Académie des Sciences.
M. le Professeur GUTTON, Directeur du Laboratoire National de Radio-Électricité.
M. ACHILLE MESTRE, Professeur à la Faculté de Droit de Paris.
M. le Professeur MESNY.
M. le Sénateur MARCEL PLAISANT, Avocat à la Cour d'Appel de Paris.
MINISTÈRE DE LA GUERRE. - Capitaine LIONET, Etat-Major du Service des Transmissions. Commandement Supérieur des Troupes et Services des Transmissions.
MINISTÈRE DE LA MARINE NATIONALE. — Lieutenant de Vaisseau LAPORTE, de l'Etat-Major Général de la Marine.
MINISTÈRE DE L'AIR. — Capitaine VERCOUTER, de l'Etat-Major Général du Ministère de l'Air.
MINISTÈRE DE LA MARINE MARCHANDE. — M. le Professeur Général d'Hydrographie LECOQ.
M. HARDANT, Professeur en chef de 1^{re} classe, suppléant.

M. DORLAND, Ingénieur Général honoraire des Travaux Publics au Ministère des Colonies.
M. GOURVENEC, Directeur honoraire de l'Ecole de T. S. F. au Ministère des P. T. T.
M. REYMOND, Contrôleur Général honoraire de la Sûreté nationale au Ministère de l'Intérieur.
M. AUGER, Officier des Chars d'assaut.
M. BARTHELEMY, Ingénieur de la Compagnie des Compteurs.
M. BELIN, Directeur des Etablissements Belin.
M. BOSSOUTROT, Député, Président de la Commission de l'Aéronautique de la Chambre, Commandant aviateur.
M. DULOIR RENÉ, Président de la Chambre Syndicale des Représentants en Matériel Radio.
M. GAISEMBAND, Délégué de la Chambre Syndicale des Industries radioélectriques.
M. JALOUSTRE GEORGES, Ministre Plénipotentiaire, Docteur en Droit.
M. JALOUSTRE LÉON, ancien élève de l'Ecole Normale Supérieure. Agrégé ès Sciences. Ingénieur-Conseil.
M. MASSENET, Directeur général de l'Avia.
M. ROSSI MAURICE, Capitaine aviateur.
M. SADI-LECOINTE, Lieutenant-Colonel aviateur, Président de l'Association des Professionnels Navigants de l'Aéronautique.
M. SAVARIT, Directeur de T. S. F. Revue.
M. SERF, Président du Syndicat des Industries radio-électriques.
M. WIBAULT, Constructeur d'avions.
Président : M. le Capitaine de Vaisseau BION.

TOUTES LES PRÉPARATIONS

PROFESSIONNELLES :

Radiotélégraphistes des Ministères ; Ingénieurs et Sous-Ingénieurs Radios ; Chefs-Monteurs ; Radio-Opérateurs des Stations de T. S. F. coloniales ; Officiers de la Marine marchande ; Navigateurs aériens.

Durée moyenne des études : 6 à 12 mois. — L'Ecole s'occupe du placement et de l'incorporation.

COURS DU JOUR, DU SOIR ET PAR CORRESPONDANCE

DEMANDER RENSEIGNEMENTS POUR LES SESSIONS DE JUILLET ET OCTOBRE

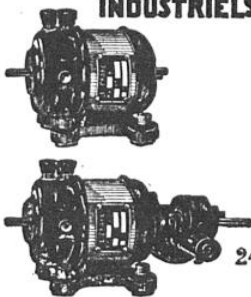
MILITAIRES :

Génie. — Chefs de Postes et Elèves Officiers de Réserve.

Aviation. — Brevetés Radio.

Marine. — Brevetés Radio.

**PETITS MOTEURS
INDUSTRIELS**

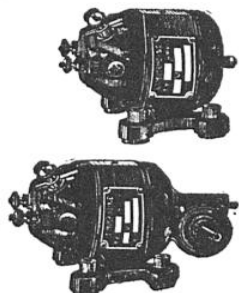


240^{ème} B-JEAN-JAURES
BILLANCOURT



TELEPHONE
MOLITOR 22.39

L. DRAKE CONSTRUCTEUR



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

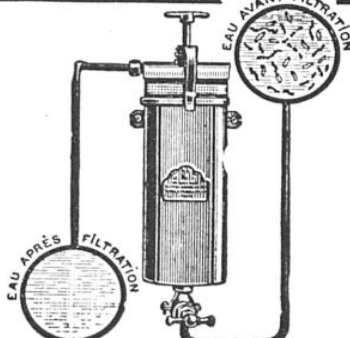
EXCELSIOR

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.



LE

FILTRE CHAMBERLAND SYSTÈME PASTEUR

sans emploi d'agents chimiques

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

FILTRES A PRESSION
ET SANS PRESSION

FILTRES DE VOYAGE
ET COLONIAL

BOUGIES DE DIVERSES POROSITÉS POUR LABORATOIRES

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

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

RECONNUE PAR L'ÉTAT, DÉCRET DU 5 FÉVRIER 1921

M. Léon EYROLLES, Ingénieur-Directeur

57 à 61, boul. Saint-Germain | Ecole d'Application et Polygone
PARIS (V^e) | CACHAN (Seine)

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

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

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

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

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

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

(Cette Ecole est placée sous un régime spécial.)

En vertu du décret du 13 février 1931 et de l'arrêté ministériel du 31 mars 1931, les Ingénieurs diplômés de l'Ecole sont admis à s'inscrire dans les Facultés des Sciences en vue de l'obtention du diplôme d'INGÉNIEUR-DOCTEUR. — Un service spécial de Recherches scientifiques est organisé dans ce but à l'Ecole spéciale des Travaux Publics.

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

COURS TECHNIQUES SECONDAIRES

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

En outre, UNE SECTION ADMINISTRATIVE

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

Les concours d'admission ont lieu, chaque année, en deux sessions. La première a lieu dans le courant de Juillet, la deuxième au début d'Octobre.

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

LIBRAIRIE DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE

M. Léon EYROLLES, Editeur

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

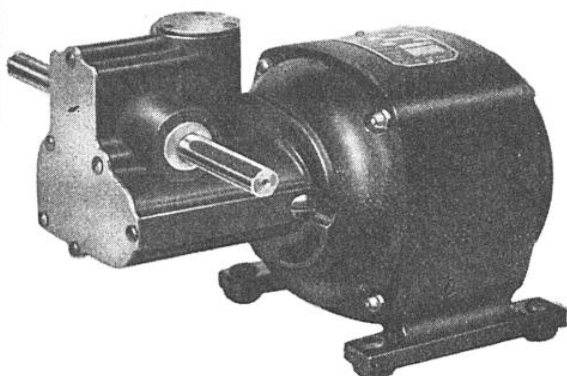
La Librairie de l'Enseignement Technique a édité de nombreux ouvrages scientifiques ou techniques de premier ordre, concernant notamment l'Enseignement général, la Résistance des Matériaux, le Béton armé, les Travaux Publics, le Bâtiment, la Topographie, la Mécanique, l'Electricité, la T. S. F., etc.

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

La Librairie de l'Enseignement Technique envoie son Catalogue général, à titre gracieux, à toute personne qui en fait la demande.

MOTEURS D'INDUCTION

POUR TOUTES APPLICATIONS



700 T/m, 900 T/m, 1400 T/m, 2800 T/m

DE 1/100 A 1/2 HP



MOTEUR MONO, BI, TRI

à plusieurs vitesses,
à réglage de vitesses,
avec ou sans réducteur
de vitesse

R. VASSAL

INGÉN.-CONSTRUCTEUR

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

CIRCUITS FORFAITAIRES
AU PAYS DE L'ISLAM

LE BAPTÊME DU DÉSERT A BOU SAADA
depuis : **900 frs**

LE CIRCUIT DES OASIS ET DE L'AURÈS
depuis : **1.800 frs**

(Traversées maritimes comprises)

S'adresser aux Bureaux de Renseignements de :
P. L. M., P. O. - MIDI, Cie Gle TRANSATLANTIQUE,
Cie de Navigation Mixte, Sté Gle de Transports
Maritimes, OFALAC et Agences de voyage.

ALGÉRIE-SAHARA

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

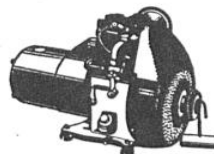
RENSEIGNEMENTS
GRATUITS SUR PLACE
ET PAR ÉCRIT AU
SERVICE SPÉCIAL DES
INVENTIONS NOUVELLES
DE
LA SCIENCE ET LA VIE

23, RUE LA BOÉTIE
PARIS (VIII^e)

Partout où manque le courant. R.L.D.

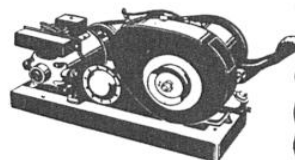
Bungalow
Bateau
Péniche
Camping
Refuge
Hôtel isolé
Voiture foraine
Voiture publicitaire

faites "votre confort" en faisant "votre courant"
et pour cela utilisez un de nos trois appareils :



Groupes électro-
gènes RAGONOT-
PIONEER
110 volts-250 watts
ou 12 volts-20 Amp.

Groupe Alterna-
gène RAGONOT-
PIONEER
alternatif 110 volts-
300 watts et conti-
nu 6 volts-50 watts

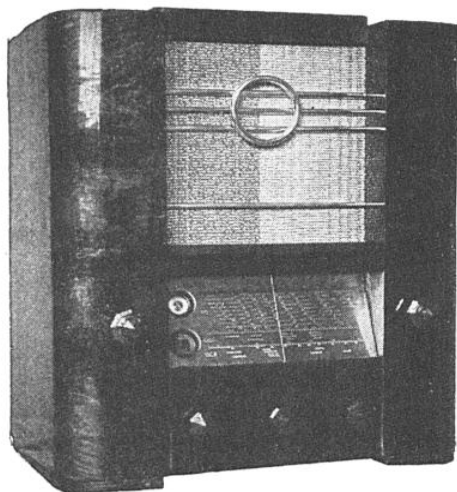


Eoliennes
RAGONOT-
PIONEER
6 V. - 15 ou 25 A.
fonctionnant même
par vent très faible

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

Un poste de grande classe à un prix incroyable ! ➡

➡ Le **SUPER-EXCELSIOR 737**



en ébénisterie d'un très grand luxe est vendu pendant quelque temps seulement, à titre de réclame, au **PRIX EXCEPTIONNEL de 1.400 francs (net)**

...

C'est un superhétérodyne 7-8 lampes, deux gammes d'ondes courtes, toutes ondes, sélectivité variable, contrôle de tonalité, trèfle cathodique (œil magique), B. F. push-pull. Haut-parleur 24 cm., etc., etc.

**MUSICALITÉ PARFAITE
REPRODUCTION FIDÈLE
GRANDE SENSIBILITÉ**

Demandez la notice illustrée gratuite (joindre 0 fr. 75 pour frais) et toute une gamme d'autres modèles très intéressants à partir de 680 francs net.

GENERAL RADIO

1, boulevard Sébastopol, PARIS (1^{er})

Métro : CHATELET

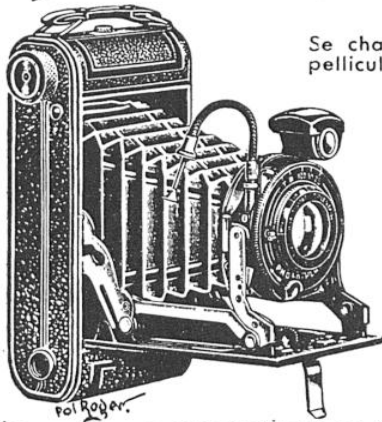
Lecteurs de LA SCIENCE ET LA VIE

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

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

LE SERVICE COMMERCIAL.

Voici les 2 Appareils



Le "SPORTEX" 6 × 9

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

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

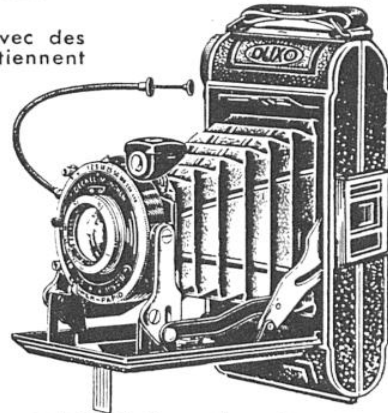
C A D E A U

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

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

S U C C È S
auprès des Amateurs

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



Le "DUXO" 6 × 9

Appareil automatique de luxe, gainé cuir fin, double format : 6 × 9 et 4 1/2 × 6.

Avec PRONTOR 1/125° **320 Fr.**
ou 10 mensualités de **35 Fr.**

PRONTOR II 1/150° . . . **350 Fr.**
ou 10 mensualités de **38 Fr.**

COMPUR 1/250° . . . **465 Fr.**
ou 12 mensualités de **42 Fr.**

COMPUR RAPID 1/400° . **565 Fr.**
ou 12 mensualités de **50 Fr.**

1:3,8 COMPUR RAPID 1/400° **640 Fr.**
ou 12 mensualités de **58 Fr.**

Pellicules "HÉLIOCHROME"

ultra-rapides 26° Sch. - Les 8 poses

4 1/2 × 6

5.40

6 × 9

5.40

6 1/2 × 11

7.50

EN VENTE (avec carte de **GARANTIE de 2 ANS**, faculté d'échange et manuel d'instructions)
EXCLUSIVEMENT PAR LES ÉTABLISSEMENTS

PHOTO-PLAIT

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

Succursales { **142, Rue de Rennes, PARIS-6°** (Gare Montparnasse)
12, Avenue Victor-Emmanuel, PARIS-8° (Champs-Élysées)
104, Rue de Richelieu, PARIS-2° (Bourse)
15, Galerie des Marchands (rez-de-ch.) Gare St-Lazare
6, Place de la Porte Champerret, PARIS-17°

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

CATALOGUE PHOTO-CINÉMA 1937 GRATIS ET FRANCO

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

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

Pour devenir un parfait Amateur, il faut lire :

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

**NE QUITTEZ PAS
LA ROUTE...**

302
10/46 CV.
105 kms à l'heure
11 à 12 litres aux 100 kms

402
12/55 CV.
120 kms à l'heure
12 à 15 litres aux
100 kms

**Avant tout :
une tenue de
route parfaite...**
puisque sans elle c'est
l'inquiétude (qui rend le confort
illusoire) et le **risque** (qui limite la vitesse)
★ Si vous voulez rester maître de votre
volant, il vous faut **l'adhérence cons-
tante au sol et la rectitude
de trajectoire des roues avant.**
★ Deux aptitudes exclusives des voitures

Peugeot

- * **Suspension** à roues avant indépendantes avec amortisseurs hydrauliques et ressorts souples à graissage permanent
- * **Répartition** anti-oscillatoire des charges sur le châssis.
- * **Direction** à roulements à galets

*Tous les spécialistes disent :
"On ne peut pas faire mieux!"*

... ROULEZ ENTRE DEUX RAILS

AVEC UNE PEUGEOT !
à roues avant indépendantes

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. Juin 1937 - R. C. Seine 1161544

Tome LI

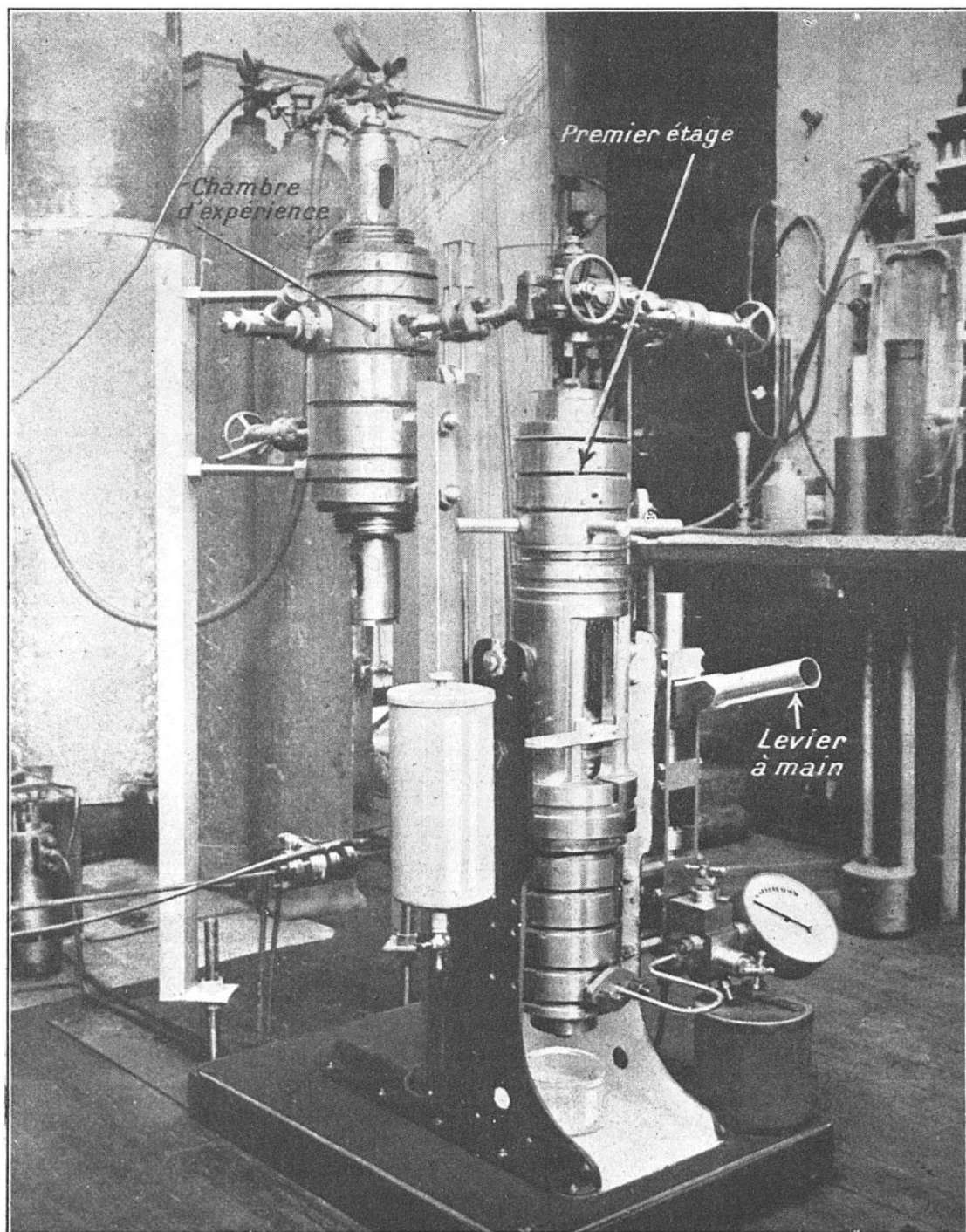
Juin 1937

Numéro 240

SOMMAIRE

L'avenir de la synthèse industrielle et la chimie des ultra-pressions... <i>L'emploi de pressions extraordinairement élevées (aujourd'hui, 40 000 kg/cm²) autorise, des réactions chimiques directes de synthèse dont l'application sur le plan industriel peut transformer, un jour, la fabrication de produits essentiels tels que l'ammoniaque (engrais, explosifs). Des nouvelles propriétés des corps ainsi comprimés sont aussi mises en évidence.</i>	J. Labadié	409
La science hydraulique vaincra-t-elle les inondations? L'aménagement du Mississipi... <i>L'aménagement des cours d'eau procède aujourd'hui d'une science hydraulique nouvelle. Plus de 6 milliards de francs sont consacrés aux Etats-Unis pour la protection des rives.</i>	L. Houllevigue	417
La science des « formes » en mécanique... <i>C'est le complément indispensable de la résistance des matériaux, car la recherche de l'harmonie des formes des organes de machines conduit à ce résultat (en apparence paradoxal) qu'il faut souvent alléger pour renforcer.</i>	P. Devaux	425
Deux nouveautés en radio dans l'amplification des courants : multiplicateur d'électrons, contre-réaction... <i>Utilisé surtout en télévision, le multiplicateur d'électrons permet d'amplifier 20 millions de fois un courant sans altérer la fidélité de la reproduction. De son côté, la contre-réaction corrige automatiquement les déformations dans les radiorecepteurs.</i>	C. Vinogradow	431
La réalisation pratique du cinéma en couleurs marque une nouvelle étape : les films gaufrés... <i>En Allemagne et en France, deux procédés tout nouveaux permettent le tirage de copies des films gaufrés, problème qui retardait l'exploitation commerciale du cinéma en couleurs naturelles.</i>	J. Marchand	439
Notre poste d'écoute... <i>Pour le travail sous-marin, voici des dispositifs nouveaux... Les expériences organisées à l'Exposition démontrent les progrès de l'appareillage pour les plongées (jusqu'à 200 m) et le travail sous l'eau (relevage des épaves, récupération des trésors, etc.).</i>	S. et V. J. Monval	447 455
Une enquête au pays du III ^e Reich : l'Allemagne aura-t-elle bientôt le premier réseau routier du monde?... <i>Des considérations économiques, sociales et militaires ont incité le III^e Reich à envisager la construction de 7 000 km d'autoroutes. Où en est le réseau routier allemand ?</i>	R. Chenevier	461
Que nous révèlent les empreintes digitales et palmaires en criminologie et en biologie?... <i>L'empreinte d'un individu l'identifie sans erreur, mais peut aussi renseigner sur son origine technique, déceler ses troubles nerveux, ses lésions cérébrales, ses anomalies mentales, permettant ainsi d'établir un véritable et rigoureux diagnostic de dégénérescence.</i>	Ernest Naef.	467
L'automobile et la vie moderne... <i>Les Hvres qu'il faut méditer : Le Japon et les Japonais... Considérations sur l'Europe en armes...</i>	G. B. J. B. B. G.	475 479 480
A travers notre courrier	S. et V.	482

Sur la couverture de ce numéro, voici le nouveau scaphandre de grande profondeur permettant de descendre à 200 m dans l'eau. Il est ici présenté en action tel qu'il fonctionne à l'Exposition de 1937, à l'Aquarium du Trocadéro. On y voit les dispositifs scientifiques les plus récents mis en œuvre pour le travail aquatique, notamment pour le découpage au chalumeau utilisé pour la récupération des épaves des navires. (Voir l'article page 455 de ce numéro.)



CE GROUPE DE PRESSES A PERMIS A M. JAMES BASSET DE RÉALISER, DANS SON LABORATOIRE, DES ULTRA-PRESSIONS DE L'ORDRE DE 40 000 KG/CM²

La première pompe, à levier manuel ou actionnée par un petit moteur, fournit environ 1 000 kg/cm². Un piston double multiplie cette pression primaire dans le rapport voulu. La chambre d'expérience est freinée intérieurement et des enroulements résistants sont disposés autour des tubes à réaction logés dans la chambre d'expérience afin de pouvoir porter, dans cet espace exigu, les corps étudiés à la température voulue.

L'AVENIR DE LA SYNTHÈSE INDUSTRIELLE ET LA CHIMIE DES ULTRA-PRESSIONS

Par Jean LABADIÉ

Le domaine des ultra-pressions (1) au-dessus de 4 000 kg/cm² ne peut être considéré comme le prolongement du domaine des hautes pressions, même les plus élevées mises en œuvre jusqu'ici par l'industrie (1 000 kg/cm² par exemple, comme dans la synthèse de l'ammoniaque par le procédé Georges Claude). Cela tient, d'une part, à la technique sensiblement différente pour leur obtention qui soulève certains problèmes inédits concernant notamment le fretage des chambres d'expériences, l'étanchéité des joints, la construction des instruments de mesure appropriés et aussi la nature même des phénomènes physiques, chimiques, biologiques mis en cause. L'Américain Bridgman, à l'Université de Harvard, aux États-Unis, et le Français James Basset, à Paris, sont déjà parvenus à atteindre couramment au laboratoire 40 000 kg/cm²; l'appareillage qu'ils ont mis au point constitue un instrument d'investigation d'une puissance inconnue à ce jour et d'un intérêt capital dans le domaine de la synthèse chimique. Si celle-ci relève encore de la phase expérimentale, demain, peut-être, elle sera appliquée sur le plan industriel. Les profondes modifications que provoque l'action des ultra-pressions dans la constitution moléculaire des corps qui leur sont soumis se traduisent en effet, du point de vue chimique, par une sorte d'« activation » des molécules. C'est ainsi que ces taux de compression extraordinairement élevés autorisent des réactions chimiques qui — dans les conditions de température et de pression que ne peut dépasser actuellement la technique industrielle — n'évoluent qu'avec le concours indispensable de la catalyse (2): amiante platinée pour la fabrication de l'acide sulfurique, nickel pulvérulent pour l'hydrogénation catalytique du gaz carbonique, etc. Tel est le cas, par exemple, de la fabrication synthétique de l'ammoniaque (par combinaison de l'azote et de l'hydrogène) ou même directement des nitrates (par fixation de l'azote sur une base telle que la baryte). Mais, dans le domaine de la chimie organique et de la biologie, des recherches récentes ont aussi laissé pressentir les immenses ressources de l'utilisation des ultra-pressions, aussi bien pour réaliser au laboratoire certaines réactions qui semblaient jusqu'ici relever uniquement des microorganismes (êtres vivants) que pour analyser, et même transformer à volonté, la structure moléculaire si complexe des liquides et solutions biochimiques, tels que sérums, toxines microbiennes, pour ne citer que ces exemples.

L'INTRODUCTION des pressions de 5 000 à 40 000 kg par cm² dans la pratique du laboratoire, due à l'Américain Bridgman et au Français James Basset, a été, vers 1927, une véritable surprise. Les hautes températures dont nous avons étudié les récents progrès (3) se sont élevées graduellement : dans leur ascension, la flamme oxydrique, l'arc électrique, le bombardement cathodique, la concentration du rayonnement solaire se sont succédé et relayés par étapes continues. Il en est de même pour les hautes tensions électriques dont la technique s'est perfectionnée non moins graduellement, depuis la machine rhéostatique de Planté jusqu'à celle qui « tonnera » bientôt au Palais de la Découverte de l'Exposition et jus-

qu'à d'autres que l'on peut concevoir, grâce à de nouveaux progrès techniques, pour tripler, quadrupler, quintupler les 5 millions de volts qui seront vraisemblablement réalisés bientôt au Grand-Palais. Mais les « ultra-pressions » succédaient brusquement, sans crier gare, aux pressions de 1 000 kg/cm² industriellement utilisées par M. Georges Claude pour la fabrication de l'ammoniaque synthétique, et qui semblaient insurpassables de longtemps.

M. Claude avait, d'ailleurs, quadruplé, dans son procédé, la pression utilisée par l'ingénieur allemand Haber qui, le premier, a industrialisé la synthèse ammoniacale par 250 atmosphères. Les 250 kg/cm² d'Haber ont été dépassés depuis, outre-Rhin, par les industries d'hydrogénation de la houille qui fonctionnent aux environs de 400 kg/cm².

On se souvient des difficultés de réali-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 192, page 449.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 112, page 300.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 234, page 458.

sation que rencontra M. Georges Claude. Les chambres de réactions chauffées résistaient mal aux attaques chimiques. Les canalisations mécaniques (en acier, il va sans dire) étaient calibrées à peu près comme des canons de fusil. Cependant, comme leur travail était permanent et qu'elles avaient à supporter une haute température, il arrivait ceci : que le métal, se dilatant dans les zones cylindriques les plus rapprochées du centre, obligeait les zones extérieures à se craqueler, même et surtout quand on prétendait les refroidir. Ainsi la dilatation s'alliait à la pression pour faire éclater les parois.

Les chaudières de machines à vapeur (tubulaires ou rotatives), dont les pressions ont été portées à 50, 100 et même 224 kg/cm² (pression critique de l'eau), se trouvent chauffées de l'extérieur (1). Les pressions destinées au service de l'industrie chimique apportent, au contraire, avec elles la chaleur dans l'âme même des canalisations ou des chambres dans lesquelles s'effectuent les réactions. La chaleur doit être chassée de l'intérieur vers l'extérieur — contrairement à la technique des tubes de chaudières.

La résistance « chimique » du récipient importe autant que sa résistance mécanique

Voulez-vous un exemple typique des inconvénients majeurs qu'apporte la chaleur, ainsi créée à l'intérieur, des récipients à ultra-pressions ?

M. James Basset a subi, certain jour, l'« accident » suivant. Comme ses machines comprimaient de l'oxygène et que le manomètre marquait entre 4 000 et 5 000 kg/cm², le lourd cylindre d'acier fretté contenant la chambre d'expérience se perfora brusquement. Ce n'était pas une « rupture ». C'était le métal qui, parvenu à une certaine température, avait brusquement entamé une réaction chimique : « fer + oxygène », autrement dit une oxydation. En d'autres termes, l'acier avait pris feu !

Et nous voici, du même coup, au cœur du sujet. L'ultra-pression apparaît comme un facteur d'ordre chimique avant tout. Le mécanisme par lequel elle s'obtient ne joue qu'un rôle de second plan.

Rappelons donc très brièvement ce mécanisme. Il y suffit du schéma de la page 411.

On voit, sur cette coupe de l'appareil Basset, que la *pression de départ* — obtenue par une pompe à main, d'un levier assez développé, ou par un moteur de faible puissance — se multiplie le plus aisément du

monde grâce à un rapport convenable fixé aux diamètres de deux pistons solidaires : l'un, le plus large, qui est *poussé* par cette pression initiale, fixée à 1 000 kg par cm² ; l'autre, qui agit directement sur l'âme du « pot de presse » secondaire. Si le rapport des surfaces des deux pistons est 10 ou 20, la pression initiale de 1 000 kg/cm² fournira, dans le pot secondaire, 10 000 ou 20 000 kg/cm². La difficulté mécanique ne réside que dans l'*étanchéité* — notamment des valves et de la robinetterie. M. Basset a vaincu tous les problèmes de détail : il a perfectionné son manomètre de mesure qu'il a ramené aux formes classiques du manomètre à cadran, ce qui permet la mesure directe des pressions jusqu'à 12 000 kg/cm². Il a fretté intérieurement ses pots de presse et la chambre d'expérience qui leur est vissée de telle manière qu'en cas de rupture celle-ci s'effectue par « détente amortie » ; il a même ménagé, à l'extérieur des blocs d'acier, des lignes de moindre résistance destinées à jouer le rôle de soupapes de sûreté, toujours dans l'hypothèse d'une rupture.

Mais, comme nous venons de le montrer, c'est la constitution des parois internes de la chambre qui constitue, dans chaque expérience particulière, le problème essentiel de la construction. Et ce n'est pas de sa résistance mécanique qu'il s'agit, mais bien de sa résistance chimique. Il faut, pour le revêtement, un corps qui ne se combine pas, aux pressions envisagées, avec les gaz ou les liquides contenus dans la chambre. L'or, le platine lui-même ne sont plus chimiquement inertes vis-à-vis de certains éléments qui, aux pressions ordinaires, même à des hautes températures, sont impuissants à les attaquer.

Mais laissons ces détails techniques pour prendre connaissance des résultats scientifiques et d'une imminence réellement industrielle, dès maintenant acquis grâce aux ultra-pressions.

La disparition ou la généralisation du phénomène de « catalyse » aux ultra-pressions

En ce qui concerne le chimiste (l'ultra-pression est, en particulier, un outil de chimiste), la technique de M. Basset apporte — ce qui paraissait impossible — un facteur entièrement neuf.

Jusqu'ici, le chimiste disposait, pour agencer ses réactions, des deux facteurs classiques conjugués par la thermodynamique : la *pression* et la *température* — auxquels venait s'ajouter, naturellement, le

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 140, page 109.

courant électrique. Mais ces moyens d'action étaient insuffisants et, dans bien des cas, le chimiste devait recourir à des auxiliaires mystérieux : les corps *catalyseurs*.

C'est ainsi que la limaille de fer, la mousse de platine, et bien d'autres corps, ou leurs oxydes — toujours réduits à l'état de division le plus poussé qui se puisse obtenir(1) — provoquent la réaction entre deux éléments qui, sans la présence de ces « catalyseurs », ne réagiraient pas. Les catalyseurs n'entrent pas dans la combinaison provoquée. Ils semblent jouer seulement, vis-à-vis de la réaction, exactement le même rôle que l'huile de graissage dans un mouvement mécanique qui, sans lubrifiant, ne se produirait pas. Il existe donc, entre les corps, une *résistance chimique* strictement analogue au frottement, *résistance mécanique*.

Les ultra-pressions au service de la synthèse industrielle

Il n'y a plus de corps « catalyseurs » privilégiés. Voilà le fait nouveau, immense dans ses conséquences. Plus précisément, l'*affinité chimique* entre les éléments, quels qu'ils soient, se révèle enfin, grâce aux ultra-pressions, sous son vrai jour, avec son caractère propre. Il n'est pas osé désormais de prétendre que tous les éléments peuvent se combiner entre eux, à la *vitesse* qu'on désire : *il suffit d'appliquer au couple choisi la pression nécessaire*.

Nos lecteurs, qui connaissent les opéra-

(1) Une plaque de platine *extrêmement bien polie* est un « catalyseur » très actif, parce que le polissage équivaut à réduire à leur plus grande finesse les rugosités de surface et non pas à les détruire, ce qui est impossible.

tions de synthèse industrielle si brillamment réussies au cours des dernières années, devinent aisément que la plus importante d'entre elles, la synthèse ammoniacale, doit prendre, en vertu de ce fait, un aspect singulièrement simplifié aux ultra-pressions. En effet, tandis que les 1 000 kg/cm² mis en jeu

par le procédé Georges Claude ne dispensent pas encore de l'intervention des catalyseurs, M. Basset réalise la même synthèse ammoniacale sans aucun intermédiaire. Il lui suffit d'opérer sous des pressions supérieures à 2000 kg/cm² pour que l'azote (Az) et l'hydrogène (H) se combinent directement en ammoniac, AzH³.

Ce fait a été mis en évidence de manière irrécusable en faisant varier le revêtement intérieur de la chambre d'expérience dont nous avons marqué l'importance.

On aurait pu objecter que la *matière* du tube dans lequel s'opère la réaction constitue un catalyseur. Mais, si la réaction se produit avec le même rendement et à la même vitesse dans des tubes différemment constitués (en platine, en papier d'amiant, en quartz

fondue, en alumine, en zircone), il est bien évident que le « privilège » de catalyse se trouve, dans ce cas, singulièrement dispersé : tous les corps en l'occurrence seraient des catalyseurs.

Il revient au même de dire que cette propriété mystérieuse n'a plus d'intérêt spécial dans le domaine des ultra-pressions.

Nous pouvons donc conclure que les ultra-pressions placent, pour la première fois, les corps simples dans un tête-à-tête rigoureux, avec leur *affinité chimique* comme seul lien mutuel.

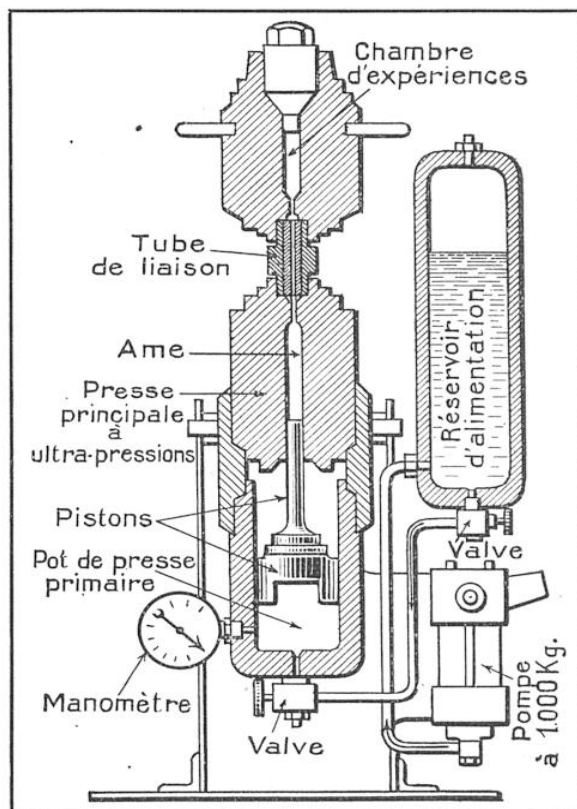


FIG. 1. — SCHÉMA DU SYSTÈME PAR LEQUEL M. BASSET OBTIENT LES ULTRA-PRESSIONS. La pression initiale (1 000 kg/cm²) est obtenue par une pompe à levier manuel s'alimentant elle-même sur un réservoir. Le piston démultiplié transforme ces 1 000 kg en 5 000, 10 000, 15 000 kg/cm², dans l'âme de la presse principale. La chambre d'expérience est reliée à l'âme qui lui communique l'ultra-pression réalisée.

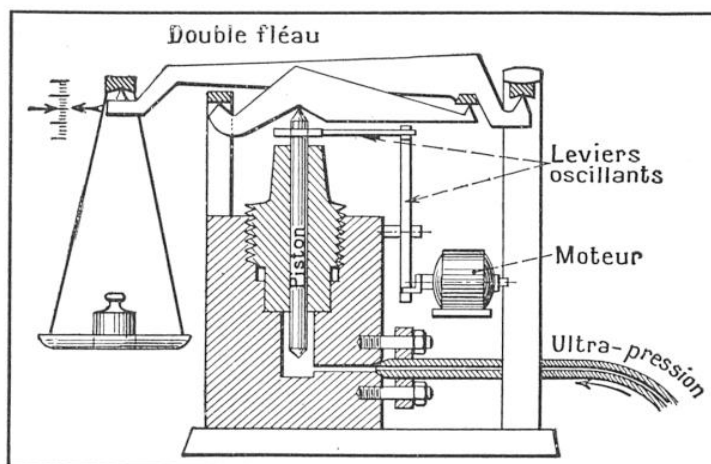


FIG. 2. — LE MANOMÈTRE-ÉTALON DE M. BASSET

L'ultra-pression qu'il s'agit de mesurer se communique à un piston que tiennent en équilibre un jeu de puissants leviers savamment conjugués, et dont la combinaison aboutit à un plateau de balance. Celle-ci joue, dès lors, à la façon d'une « romaine ». Le piston doit être si bien ajusté qu'il faut le tenir en oscillation perpétuelle sur son axe si l'on tient à ce qu'il ne « grippe » pas.

La fixation de l'azote en vue de la fabrication des engrais

Les conséquences industrielles de ce fait sont, d'ores et déjà, extrêmement importantes.

L'application des ultra-pressions à la synthèse ammoniacale a été étudiée plus particulièrement par M. Basset, avec les éléments gazeux les plus chargés d'impuretés. En plus de l'azote et l'hydrogène, éléments fondamentaux, les échantillons de gaz traités comportaient d'énormes quantités d'oxyde de carbone (CO), d'hydrogène sulfuré (H^2S), de gaz carbonique (CO^2), de méthane (CH^4). La réaction de synthèse n'en a pas été gênée, contrairement à ce qui fût advenu aux pressions d'ordre courant. Les impuretés se combinent d'ailleurs en fournissant même d'intéressants sous-produits. Le gaz d'éclairage brut peut servir de matière première hydrogénée.

Un centimètre cube de tube maintenu à la température de 850° et à la pression de $4\ 500\text{ kg/cm}^2$ fournit 10 g d'ammoniaque par heure. A $2\ 500\text{ kg}$, le rendement est déjà du même ordre.

L'ammoniaque de synthèse est utilisé, comme on sait, par l'industrie, soit pour la fabrication des explosifs, soit pour celle des engrais nitrates.

Ces engrais viennent, en somme, enrichir le sol en ajoutant, directement préparé par

l'industrie, un appoint de nitrates à celui que fabriquent dans la terre même les microbes bien connus *azotobacter*. Ces bactéries fixent directement l'azote atmosphérique sur les bases (chaux, baryte, etc.) contenues dans le sol.

L'opération des *azotobacter* (qui vivent sur les racines des légumineuses, en particulier des luzernes) s'effectue par une opération mystérieuse, analogue à l'action des ferments qui transforment le sucre en alcool ou à celle des diastases qui, au cours de la digestion, opèrent de similaires transformations. Et c'est à ce mystère que l'on doit la comparaison analogique, si souvent mise en évidence, des microbes et des diastases avec les catalyseurs chimiques. En vertu de ce que nous disons plus haut, puisque les ultra-pressions annulent (ou

généralisent, ce qui revient au même) le phénomène de catalyse, on pouvait se demander si la fixation directe de l'azote atmosphérique sous forme de nitrates était réalisable par la nouvelle technique.

La réussite a été totale.

Jusqu'ici, ce genre de réactions n'avait pu s'obtenir au laboratoire que par l'emploi des très hautes températures (arc électrique), bien que les *azotobacter* les réalisent à la basse

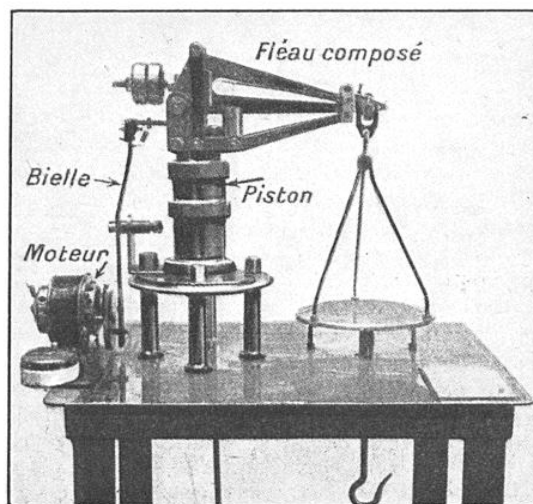


FIG. 3. — PHOTOGRAPHIE DU MANOMÈTRE-ÉTALON POUR ULTRA-PRESSIONS DE M. BASSET

température et à la pression atmosphérique. Or, à 3 600 kg/cm² et à 800° seulement, la nitration d'une base (baryte par exemple) se trouve réalisée intégralement au cours des diverses expériences effectuées avec l'appareil mis au point par M. Basset.

Bien que cette nitration directe ne doive pas, de longtemps, présenter d'intérêt industriel par suite de sa technique particulière, nous l'avons signalée ici afin de montrer comment les ultra-pressions permettent de concurrencer les actions chimiques des organismes vivants. Cet aspect de la question des ultra-pressions est si important que nous lui consacrerons spécialement un prochain article : nous examinerons le comportement de microbes et de leurs toxines sous l'influence de ces pressions très élevées.

La fabrication du carbonyle de fer, ses conséquences pour la guerre et pour la T. S. F.

Une des fabrications les plus intéressantes que les ultra-pressions vont permettre de réaliser à grand rendement, dès qu'on voudra, est celle du composé de fer et d'oxyde de carbone, dénommée « carbonyle de fer ».

Ce produit, qui se présente comme un

liquide brunâtre, ne pouvait être obtenu jusqu'à présent que par des procédés compliqués, assez coûteux.

Simplement réalisé par la mise en présence de l'oxyde de carbone et du fer sous une pression de quelques milliers de kilogrammes, le carbonyle de fer constitue d'abord un « antidétonant » analogue au tétraéthyle de plomb. Mais, utilisé dans la guerre chimique, le carbonyle de fer se décompose spontanément une fois répandu dans l'air ; le fer donne naissance à un nuage de rouille opaque, tandis que l'oxyde de carbone — le plus toxique des gaz connus — se libère de son côté et envahit l'atmosphère. Aucun masque n'arrête l'oxyde de carbone.

Si la désintégration du carbonyle de fer s'effectue en vase clos, le fer pulvérulent qui en résulte constitue l'un des produits les plus purs qui se puissent obtenir. Or, le fer chimiquement pur était jusqu'ici le plus recherché en même temps que le plus rebelle des métaux purs. Son utilité est immense pour la fabrication des transformateurs électriques. On sait, en effet, que l'hystérésis (inertie magnétique), révélée par les noyaux des électroaimants indus-

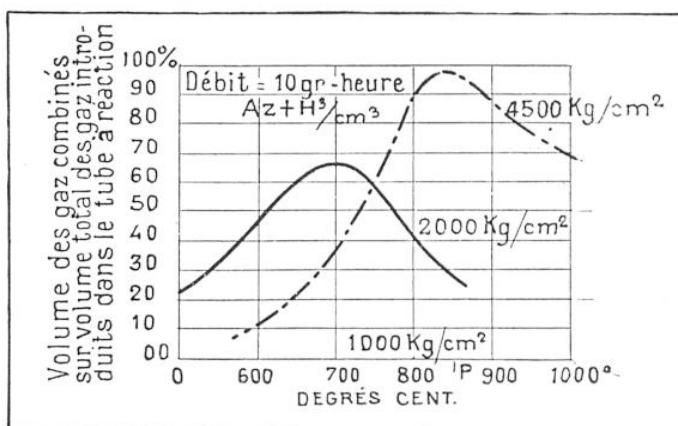


FIG. 5. — COURBES INDIQUANT LES RENDEMENTS OBTENUS DANS LA SYNTHÈSE AMMONIACALE (Az + H³) RÉALISÉE AU MOYEN DES ULTRA-PRESSIONS

L'axe des abscisses prend pour base la même réaction à 1 000 kg. A 2 000 kg/cm², la réaction prend une allure déjà très caractéristique ; le maximum de rendement a lieu quand la température passe par 700° C. A 4 500 kg/cm², la courbe des réactions s'élève beaucoup plus haut ; le maximum de rendement se fixe vers 850° C.

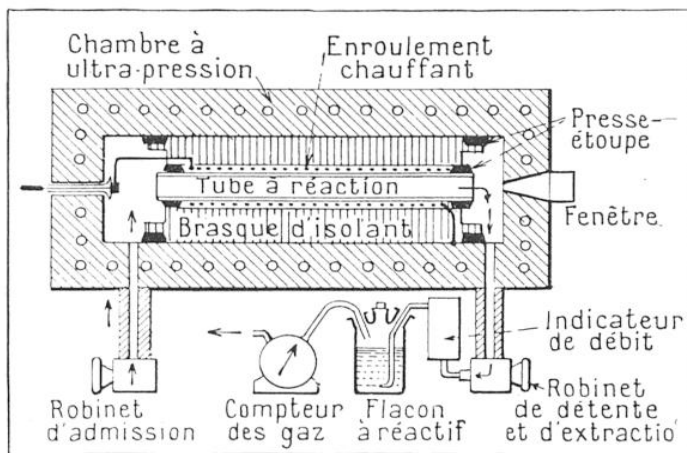


FIG. 4. — COUPE SCHÉMATIQUE D'UNE CHAMBRE DE RÉACTION CHIMIQUE A ULTRA-PRESSION

On remarquera l'exiguïté du tube proprement dit où s'effectue la synthèse chimique. Les températures désirées sont obtenues par le passage du courant dans des résistances électriques.

triels, et qui les empêche de suivre le rythme des courants alternatifs de haute fréquence, est due à la présence d'impuretés dans les aciers utilisés. Si le noyau d'un transformateur est composé de fer chimiquement pur, l'appareil devient capable de fonctionner à des alternances de plusieurs milliers de périodes. La fréquence du transformateur se hausse au niveau de celle des lampes triodes : autrement dit, les courants de haute fréquence peuvent subir désormais toutes les élévations de potentiel nécessaires, sans recourir à d'autres montages que le plus classique d'entre eux.

L'électricité et les ultra-pressions

Parmi les phénomènes physiques étudiés aux ultra-pressions, ceux qui concernent la conductibilité électrique de certains corps sont particulièrement remarquables.

Et d'abord, l'arc électrique vulgaire, formé dans l'air entre deux électrodes de charbon, voit sa température doublée et peut-être même triplée, quand on applique les ultra-pressions au milieu ambiant dans lequel l'arc jaillit. On pourrait accroître démesurément cette pression, sans craindre que le gaz ultra comprimé devienne conducteur.

Il est cependant de plus en plus difficile de faire jaillir l'arc. Mais tant qu'il se produit, l'augmentation de la pression a pour effet de concentrer son énergie par unité de volume, c'est-à-dire, finalement, d'augmenter la température. Jusqu'à 8 000 atmosphères, l'arc électrique a tenu dans l'azote. M. Basset estime à 10 000° C les températures, inconnues jusqu'ici, qu'il pourra réaliser dans cette voie.

Mais voici un autre phénomène touchant la conductivité sous ultra-pression.

Il s'agit, à la vérité, de conducteurs très spéciaux dénommés par les physiciens : « conducteurs de seconde espèce ». Ils sont constitués d'ordinaire par des oxydes métalliques, notamment des oxydes des terres rares : oxyde de zirconium, oxyde de thorium, oxyde d'yttrium... Ces corps sont isolants à la température et à la pression ordinaires ; mais, échauffés, ils laissent passer le courant électrique d'autant plus intensé-

ment que leur température est plus élevée. C'est là comme l'inverse du classique « effet Joule », en vertu duquel la résistance d'un conducteur diminue à mesure qu'il s'échauffe, et c'est le physicien allemand Nernst qui, ayant découvert le phénomène, l'a utilisé pour la construction d'un système original de lampes électriques.

M. Basset a vérifié que les oxydes de terres rares soumis aux ultra-pressions voient augmenter leur résistance électrique anormale. Si l'on maintient un bâtonnet d'oxyde à température constante (900°, par exemple) au moyen d'un enroulement électrique, à l'intérieur d'une chambre d'expérience Basset, on constate qu'à 4 500 kg/cm² sa résistance électrique passe de 4 500 ohms (qu'elle était sous la pression atmosphérique) à plus de 1 million d'ohms. Ainsi tout se passe comme si, par son action sur les molécules d'oxyde, l'ultra-pression tendait à les faire rentrer dans la norme des isolants électriques.

Cet exemple montre la puissance d'investigation que la technique des ultra-pressions met au service du physicien. Les ultra-pressions modifient d'ores et déjà les propriétés physiques des corps à l'échelle moléculaire — au-dessous de laquelle il n'y a que l'échelle atomique.

Et comme les ultra-pressions peuvent croître indéfiniment, si on crée les matériaux capables de les supporter, il n'est pas jusqu'à la désintégration de l'atome qui ne risque d'être réalisée un jour dans cette voie.

Comment, aux ultra-pressions, un film d'huile devient plus dur que l'acier... puisqu'il le coupe

Un autre exemple de la transformation des structures moléculaires des corps aux ultra-pressions nous est fourni par l'expérience suivante, qui fut réalisée au laboratoire par M. James Basset, après que M. Bridgman l'eût signalée.

Une éprouvette cylindrique d'acier prise dans un presse-étoupe de graissage se trouve, par là même, encerclée d'une ceinture d'huile. Aux ultra-pressions, l'anneau d'huile se durcit et pénètre dans l'acier jusqu'à le sectionner entièrement, par étranglement.

Ainsi, la matière visqueuse, mais homo-

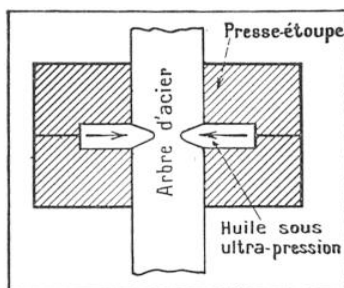


FIG. 6. — CE SCHÉMA MONTRÉ LE COMPORTEMENT DE L'HUILE CONTENUE DANS UN PRESSE-ÉTOUPE VIS-À-VIS DE L'ARBRE D'ACIER QU'IL ENSERRE

L'huile durcie par l'ultra-pression étrangle la barre d'acier et la sectionne à la manière d'un ciseau à froid pénétrant au cœur d'une pièce de bois.

gène, ultra-comprimée, a raison de la substance dure mais *hétérogène*.

Les physiciens savaient déjà que la poix, ultra-visqueuse, prend des propriétés analogues à celle de l'acier quand on la comprime à des pressions cependant modérées.

Les « équations d'état » concernant les gaz livreront-elles leur secret ?

Du point de vue théorique, l'application des ultra-pressions aux liquides et aux solu-

tions, notamment aux colloïdes et aux sérums, ouvre d'immenses perspectives sur l'univers moléculaire. Nous verrons, à ce propos, dans l'article que nous consacrerons aux phénomènes biologiques, comment l'ultra-pression de « coagulation » d'un sérum éclaire certains points de sa constitution interne — d'après une théorie de M. Lecomte de Nouy. Constitution « d'une incroyable complexité », comme l'écrit de par ailleurs cet auteur. Pour l'instant, limitons-nous

aux révélations que les ultra-pressions nous apportent relativement à la nature profonde des gaz.

Envisagée dans les gaz, la cohésion intermoléculaire équivaut à une « pression interne » qui joue un rôle très important dans « l'équation des gaz » de Van der Waals, universellement utilisée (1).

Nous avons tous appris, sur les bancs de l'école, la célèbre « loi de Mariotte » qui veut que le produit du volume V par la pression P , d'une quantité de gaz « parfait », soit cons-

(1) Relation existant entre le volume, la température et la pression d'une masse donnée de gaz.

tant (1). Mais cette relation, infiniment trop sommaire, ne résiste pas devant l'expérience.

A mesure que l'on impose une pression croissante à une quantité de gaz déterminée, le produit $P V$ s'écarte de plus en plus de la loi de Mariotte.

L'explication de ces écarts n'a jamais été donnée par aucune équation rigoureuse. Le grand physicien hollandais Van der Waals, de même que l'Allemand Clausius, ont fourni, chacun de leur côté, deux équations qui

corrigent celle de Mariotte en y introduisant deux termes nouveaux : la *pression interne*, à laquelle nous venons de faire allusion, et le *covolume*, qui n'est autre chose qu'une limite théorique de la compression du gaz. Cette limite serait atteinte quand, à force de presser le gaz, on serait parvenu au point où les molécules cessent de pouvoir se rapprocher.

Cette limite constitue, d'ailleurs, une frontière purement théorique que l'on peut approcher indéfiniment sans jamais l'at-

teindre rigoureusement. Nos lecteurs, qui se souviennent de ce que nous avons dit ici même (2) de la notion de température, reconnaîtront que le *covolume* évoque le *zéro absolu* des basses températures — zéro dont les physiciens se rapprochent à si grande peine, mais qu'ils savent inaccessible de par les lois les plus certaines de la thermodynamique.

(1) La loi de Mariotte s'écrit $P V = RT$. Le second membre étant composé de R , constante des gaz parfaits, et de T , température absolue. L'équation de Van der Waals qu'impose l'expérience est beaucoup plus compliquée.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 180, page 439.

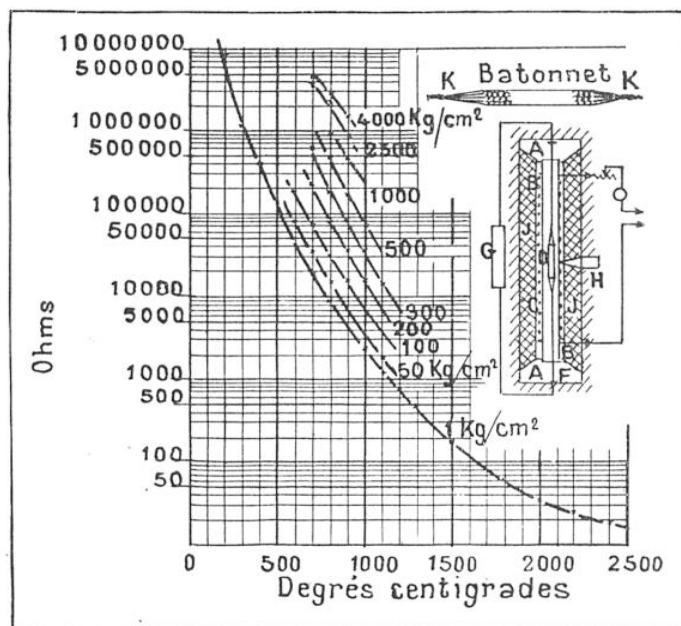


FIG. 7. — L'EXPÉRIENCE DE NERNST AUX ULTRA-PRESSIONS. En haut : disposition du bâtonnet d'oxyde de zirconium intercalé entre les électrodes. — A droite : le bâtonnet est placé dans la chambre d'expérience. Il est chauffé, de l'extérieur, par le générateur G ; en H, fenêtre de visée pour les mesures optiques. — Les courbes tracées à gauche de la figure montrent combien la résistance croît rapidement avec la pression du milieu dans lequel est plongé le bâtonnet, cependant que cette même résistance décroît à mesure que la température s'élève, ce qui constitue une anomalie remarquable.

Si l'on admet avec Clausius que le *covolume* des gaz se mesure par « trois fois le volume d'une de leurs molécules », il est aisé de concevoir qu'aux pressions avoisinant 15 000 kg/cm², où le litre d'azote pèse 1,2 kg (autant que si le gaz était devenu du granit), la matière gazeuse s'approche des limites théoriques aperçues par Van der Waals et par Clausius.

M. James Basset publiera incessamment les courbes de compression qu'il a obtenues. Nous pouvons dire, dès à présent, que les équations de Van der Waals et de Clausius sont, à leur tour, singulièrement éprouvées, de même que le fut la loi de Mariotte quand Amagat lui appliqua pour la première fois des pressions atteignant 100 kg/cm² (1).

Il convenait de signaler cet aspect, théorique mais capital, des recherches de M. Basset.

La portée incalculable de la technique des ultra-pressions

Ce qui précède montre bien que les pressions ont leur but scientifique « absolu » dans le sens de l'élévation — de même que les

(1) Amagat opérait en plongeant un tube manométrique dans le puits de la Butte aux Cailles, profond de 110 m. La montée du mercure rongait une feuille d'or ; c'était là toute la mesure du volume comprimé par la colonne d'eau du puits. Ensuite il a considérablement perfectionné ces méthodes et a terminé en réalisant des presses et des méthodes de mesure qui lui permirent de travailler jusqu'à 3 000 kg/cm² en 1890. Amagat est, en somme, le père des ultra-pressions.

températures ont le leur dans le sens de l'abaissement.

Le « zéro » des pressions n'est pas le même pour le chimiste, qui étudie la matière, et pour le physicien, qui étudie les manifestations de l'énergie : pour celui-ci, le « zéro absolu » des pressions n'est autre, évidemment, que le *vide absolu* — l'absence de matière. Et l'on sait quel parti le physicien tire des tubes à vide pour traiter l'énergie rayonnante. Remarquons en passant que le vide absolu n'est pas davantage réalisable que le « plein absolu ».

D'ailleurs (nous le rappelons, mais la technique de M. Basset l'indique clairement de par sa simplicité même), l'ascension des ultra-pressions ne rencontre pas d'autre obstacle que la *résistance* des matériaux utilisés. Résistance mécanique et, nous y insistons, *chimique*. Viendra un moment où le piston, quel qu'il soit, se « fondera » avec le cylindre, si l'un et l'autre ne se sont déjà combinés avec le corps soumis à leur « compression ».

Suivant l'expression de M. Lecomte du Nouy, la technique des ultra-pressions inventée par M. James Basset constitue l'une de ces *très rares* découvertes « Gigogne », dont le caractère est d'engendrer tout un monde de découvertes nouvelles. La radioactivité artificielle, la technique des basses températures peuvent seules lui être comparées.

Ce sont là des « clés » ouvrant des portes immenses.

JEAN LABADIÉ.

Quand on compare l'homogénéité des matériels en service dans la plupart des compagnies aériennes d'Europe, et surtout des Etats-Unis, à ceux utilisés en France pour l'aviation de transport, on ne peut que déplorer la multiplicité des types d'appareils qui constituent une véritable foire d'échantillons. Qu'on en juge par l'énumération fournie par notre collaborateur M. J. Le Boucher, qui a fort judicieusement critiqué ce regrettable état de choses. Voici, pour une centaine d'appareils actuellement en service, les principaux types existant dans le « parc » de la Société Française qui exploite nos lignes aériennes intérieures et extérieures : *Wibault* (trimoteurs), *Potez* (bimoteurs), *Bréguet* (trimoteurs), *Fokker* (trimoteurs), *Dewoitine* (trimoteurs), *Lioré* (hydravions quadrimoteurs), *Bréguet* (quadrimoteurs), *Latécoère* (quadrimoteurs), *Blériot* (quadrimoteurs), *Farman* (quadrimoteurs). *En construction*, voici *Bloch* (bimoteurs) (1), *Bloch* (trimoteurs), *Farman* (quadrimoteurs), *Caudron* (bimoteurs), *Lioré* (hydravions quadrimoteurs à 26 passagers), *Lioré* (hydravions quadrimoteurs à 4 passagers), *Loire* (hydravions quadrimoteurs à 4 passagers), et nous ne garantissons pas que cette liste soit complète...

(1) Actuellement poursuit ses essais le nouvel avion de transport *Bloch-200* qui est à deux moteurs seulement (880 ch chacun avec compresseur), mais qui peut naviguer normalement en n'utilisant que 66 % de leur puissance totale. Il a été prévu pour une charge maximum de 9 t et pourra emporter 16 passagers à une vitesse de croisière de l'ordre de 360 km/h (vitesse maximum, 340 km/h). Il serait capable, en cas de panne de l'un des deux moteurs, de continuer à voler sans danger et même de prendre de l'altitude si c'était nécessaire. Lorsqu'il sera mis en service sur les lignes françaises, nous pourrions mieux apprécier ses qualités de navigabilité, maniabilité, etc.

LA SCIENCE HYDRAULIQUE VAINCRA-T-ELLE LES INONDATIONS ? L'AMÉNAGEMENT DU MISSISSIPPI

Par Louis HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

Les règles qui président à l'aménagement des cours d'eau, et en particulier à la mise en état de défense contre leurs crues, procèdent encore de l'empirisme, mais heureusement aussi de la science hydraulique relativement nouvelle. Régularisation et approfondissement du lit par élimination des obstacles naturels, établissement de réservoirs pour y accumuler les eaux surabondantes, construction de barrages latéraux ou de digues, tels sont les moyens d'ordre général mis aujourd'hui en œuvre pour prévenir les inondations. Celles-ci, parfois en quelques heures, peuvent anéantir les cultures, détruire les constructions riveraines et causer de nombreuses victimes; elles constituent ainsi, comme on le constate trop fréquemment, même actuellement, de véritables fléaux, comme au temps où la Science ne formait pas encore l'armature de notre civilisation contemporaine. Nulle part plus qu'aux Etats-Unis dans le bassin du Mississippi — témoin de la dernière catastrophe de 1937 — bassin grand comme cinq fois et demie la France, cette technique fluviale n'a été appliquée avec plus d'ingéniosité, plus de méthode scientifique, et cela sur une plus grande échelle. Les grandes crues dévastatrices de ce fleuve gigantesque — le Mississippi-Missouri, avec 6 700 km, constitue le plus long fleuve du monde — ou de ses affluents, qui désolent périodiquement les Etats-Unis (en particulier les Etats d'Ohio, Indiana, Illinois, Missouri, Tennessee, Arkansas et Mississippi), tirent leur origine principale d'une des régions les plus pluvieuses du monde; le bassin de l'Ohio, affluent du Mississippi, qui, en régime normal, roule autant d'eau que tous les fleuves de France réunis! Le projet mis au point par la « Mississippi River Commission », organisme créé en 1925 à cet effet par le gouvernement fédéral, est fondé essentiellement sur les résultats des essais expérimentaux poursuivis au laboratoire hydraulique de Vicksburg, sur le bas Mississippi. A l'aide de modèles réduits reproduisant dans tous leurs détails — à la nature du lit près — les vallées sinueuses du fleuve et des affluents, on a pu y étudier en effet l'écoulement de l'eau aux divers régimes et les formes des ouvrages les mieux adaptés pour assurer une protection efficace des territoires riverains. En outre, sur le cours inférieur du fleuve se poursuit activement le renforcement des rives alluvionnaires particulièrement fragiles, soit par des enrochements de blocs tétraédriques, soit par une méthode nouvelle — particulièrement originale — qui consiste à recouvrir les berges d'un matelas d'asphalte armé. La première étape dans l'aménagement du bassin du Mississippi, dont l'achèvement doit être assez prochain, entraînera une dépense de 300 millions de dollars, soit 6 milliards et demi de francs environ (au change actuel), dépense amplement justifiée par l'importance des intérêts considérables mis en cause et sans cesse menacés par les écarts du régime d'un fleuve dont on ne saurait trop redouter les effets désastreux pour les régions très peuplées et très prospères situées dans le midi de l'immense République américaine.

Fleuves sauvages. Fleuves domestiqués

TELS que la Nature les a faits, les cours d'eau sont, pour l'homme civilisé, des voisins à la fois nécessaires et dangereux. L'irrégularité de leur lit et de leur débit les rend impropres à une navigation sûre et à l'établissement de forces motrices régulières; les périodes de « maigres », où leur débit est réduit à presque rien, arrêtent l'irrigation et causent des disettes; leurs

crues, souvent terribles, peuvent, en quelques heures, anéantir toutes les cultures et tous les établissements des riverains, en causant, par surcroît, de nombreuses victimes.

Aussi, dès que les hommes parvinrent au stade de la vie civilisée, leur effort se porta vers l'aménagement des cours d'eau; mais les règles qui président à cet aménagement sont diverses et compliquées; elles dérivent à la fois de l'empirisme et de la science

hydraulique ; l'importance des problèmes à résoudre et la grandeur de l'effort nécessaire sont telles qu'en chaque pays l'aménagement des voies fluviales est une affaire d'Etat ; chez nous, c'est le Service des Ponts et Chaussées qui en a la charge, et on peut bien noter, en passant, que nous ignorons trop souvent le travail, intelligent et patient, de nos ingénieurs et de leurs collaborateurs, qui n'est limité que par le budget dont ils disposent. Parallèlement, l'étude scientifique et l'enseignement de l'hydrologie fluviale sont assurés, à l'Université de Grenoble, par le professeur Pardé, aux savantes études duquel nous empruntons une partie des renseignements utilisés dans cet article.

Pour nous tenir spécialement à la défense de l'homme contre les crues, qui n'est qu'une partie du problème général, les moyens de protection sont nombreux, mais inégalement efficaces ; le premier, et le plus nécessaire, consiste à supprimer les obstacles qui s'opposent à l'écoulement des eaux ; il comporte la régularisation et l'approfondissement du lit par élimination des obstacles naturels ou artificiels, roches, bas-fonds ou ponts, et ces travaux ont, par surcroît, l'avantage d'accroître la navigabilité des cours d'eau. Non moins avantageux, lorsqu'il peut être mis en œuvre, est l'établissement de réserves dans lesquelles les eaux surabondantes peuvent attendre leur tour d'écoulement ; ces réserves peuvent être établies dans des bas-fonds non utilisés par l'agriculture, ou à l'aide de barrages transversaux, formant des lacs artificiels et créant des chutes dont la puissance hydraulique per-

met de compenser les frais considérables nécessités pour l'exécution de ces travaux.

L'établissement de barrages latéraux ou de digues a un caractère différent ; ces dispositifs ne protègent certaines régions qu'au détriment des autres ; que les digues soient insubmersibles, pour abriter en tout cas les centres vitaux, ou submersibles, de façon à n'agir que contre les crues moyennes, elles doivent faire l'objet d'études très sévères, car leur effet dépend grandement

de leur forme et de leur orientation ; de même que les lignes d'eau d'un navire commandent sa résistance à l'avancement et sa vitesse, de même la forme des digues doit être choisie de façon à ne pas ralentir l'écoulement des eaux ; de plus, elles devront être établies avec une solidité éprouvée, car leur rupture causerait de terribles catastrophes.

On remarquera que, parmi les moyens préservatifs des crues, le reboisement tient une place très

limitée : il est à peu près inefficace pour retenir les grandes effusions d'eau, et il n'agit guère que pour consolider le sol et retarder l'arasement progressif des montagnes ; aussi n'est-il pratiqué que dans les régions montagneuses où son utilité est indiscutable.

Ces principes généraux, mis en œuvre dans tous les pays civilisés, ne l'ont été nulle part avec plus d'ingéniosité et de méthode, et aussi avec plus de nécessité, qu'aux Etats-Unis, dans le bassin du Mississippi. C'est là que nous allons en montrer l'application.

Les colères du Mississippi

Ce qui frappe d'abord l'esprit, lorsqu'on s'occupe des choses d'Amérique, c'est qu'elles



FIG. 1. — CARTE DU BASSIN DU MISSISSIPPI

Le bassin du Mississippi couvre, au total, 3 208 000 km², soit six fois la superficie de la France. Voici, d'autre part, pour les principaux tributaires du fleuve géant, la surface drainée : Ohio, 528 000 km² ; Missouri, 1 365 000 km² ; Arkansas, 459 000 km² ; Haut-Mississippi (avant le confluent du Missouri), 444 000 km² ; Red River, 233 000 km². De sa source à la mer, le Mississippi mesure 4 000 km, et son affluent, le Missouri, 4 740 km. Ces distances expliquent la durée d'évolution des crues sur le grand fleuve nord-américain, qui peut atteindre plusieurs mois.

ne sont pas à l'échelle de notre petite Europe morcelée et compartimentée : ainsi, le bassin du Mississippi, l'ancien Meschacébé de Cavalier de la Salle, couvre une surface cinq fois et demie plus grande que celle de notre France continentale, et un de ses affluents, l'Ohio, draine les eaux d'un territoire grand comme les neuf dixièmes de notre pays.

Dans ces conditions, il ne faut pas s'étonner si le fleuve lui-même compte parmi les plus considérables de l'univers ; sa longueur (4 000 km) est nettement dépassée par celle du Nil (6 400 km) et du fleuve des Amazones (6 200 km), mais si on lui adjoint son long affluent, le Missouri, on se trouve en présence d'un ruban d'eau de 6 700 km, le plus long du monde ; ses sources sont dans les régions tempérées froides, sur le parallèle de Paris, tandis que son embouchure dans le golfe du Mexique se place sur le parallèle de Marrakech, dans une des régions les plus chaudes du globe ; ainsi, le fleuve traverse les climats les plus variés et les terrains les plus dissimilaires, ce qui tend à établir une compensation favorable entre les régimes des divers cours d'eau qui l'alimentent ; en revanche, un caractère commun

à l'ensemble du bassin, c'est sa *platitude générale* : presque partout, sauf sur les confins des Montagnes Rocheuses, les pentes sont faibles, et comparables à celles que présentent chez nous des rivières au cours lent, comme la Saône ; ceci, avec la longueur

du chemin parcouru, nous explique la lenteur avec laquelle le flux liquide s'écoule ; il s'attarde dans des plaines immenses et il se passe parfois plus d'un mois avant qu'il

soit allé se perdre dans le golfe du Mexique ; ainsi se justifie la longue durée des inondations dont la presse américaine nous apporte l'écho, et dont la dernière, en février dernier, a été une des plus calamiteuses que l'Amérique ait connues. On prendra une idée de la façon dont une crue brutale et rapide s'étale en se propageant, par le diagramme joint à cet article (fig. 2), relatif à une crue de l'Ohio ; mais, en général, les phénomènes sont beaucoup plus complexes, parce que le fleuve additionne les eaux apportées par ses divers affluents, qui ne sont pas tous en crue simultanément ; la prévision des crues, en un point donné, est donc un problème particulièrement complexe pour un aussi vaste bassin.

Toutefois, en le simplifiant à l'extrême, et en considérant spécialement les grandes crues dévastatrices qui sont le fléau périodique des Etats-Unis, on peut dire qu'elles ont pour origine principale le bassin de l'Ohio ; la région occupée par ce bassin, entre les

Grands Lacs et les monts Appalaches, est une des plus pluvieuses du monde ; la hauteur d'eau déversée annuellement par les pluies s'élève en moyenne à 1 m 035 ; elle est donc nettement supérieure à celle de notre pays. Ceci explique que l'Ohio soit, en

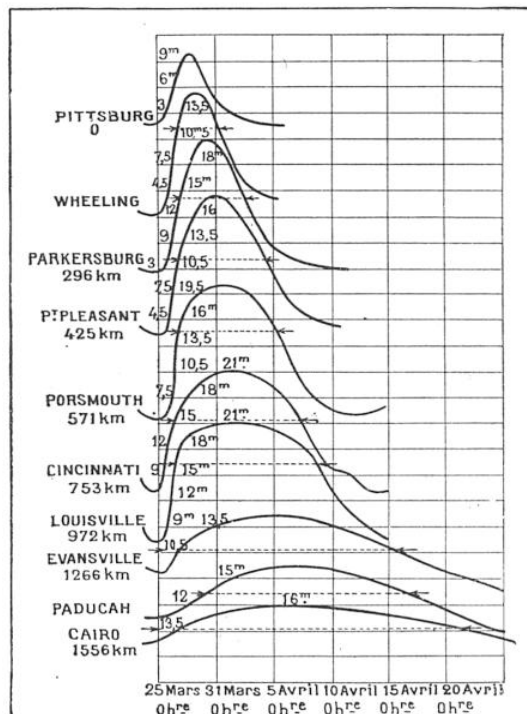


FIG. 2. — DIAGRAMME D'UNE CRUE MÉMORABLE DE L'OHIO EN MARS-AVRIL 1913, MONTRANT L'ÉVOLUTION DU PHÉNOMÈNE DEPUIS PITTSBURG, SUR LE COURS SUPÉRIEUR DE LA RIVIÈRE, JUSQU'À CAIRO, AU CONFLUENT AVEC LE MISSISSIPPI

Cette crue fut la conséquence d'une averse d'une intensité inouïe qui se précipita sur le bassin déjà saturé de l'Ohio, avec une rigueur et une continuité impitoyables, du 23 au 27 mars 1913. Le maximum pluviométrique fut de 178 mm en un seul jour, à Columbus, dans l'Indiana. (Indiquons, à titre de comparaison, qu'en France, le Tarn a reçu, avant la catastrophe de mars 1930, 140 mm seulement en deux jours.) Sur le diagramme ci-dessus, les distances sont marquées à partir de Pittsburg et les pointillés indiquent les niveaux de débordement. On notera l'aplatissement progressif de la partie supérieure des courbes, puis de ces courbes tout entières, à partir d'Evansville (plus de 1 200 km après Pittsburg) jusqu'au confluent.

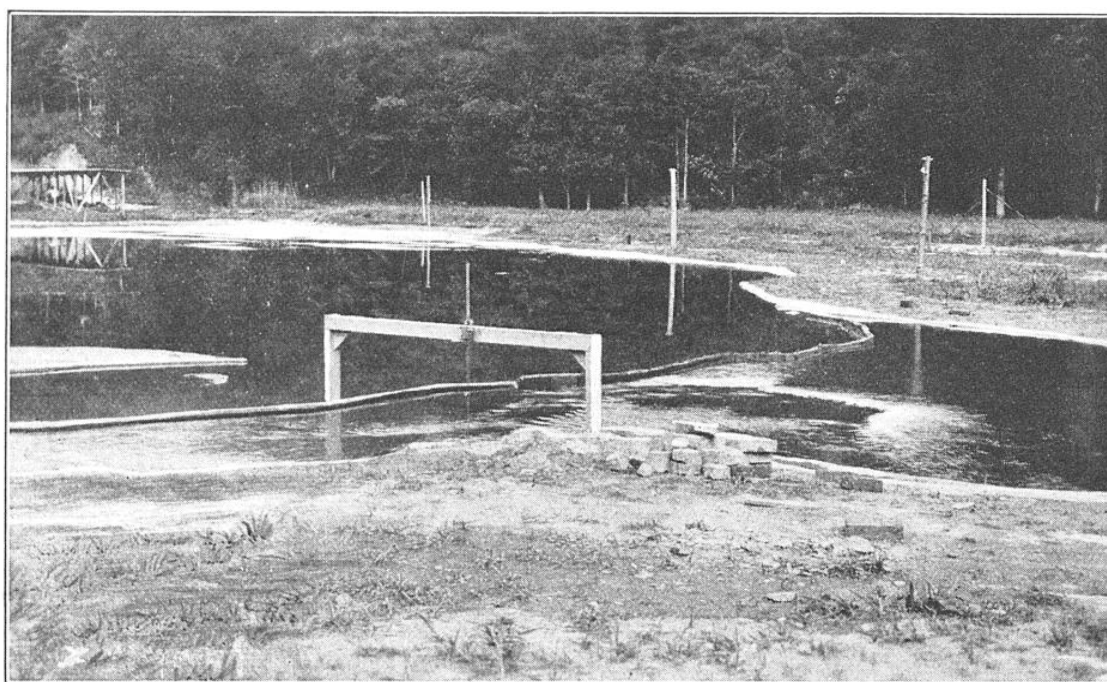


FIG. 3 ET 4. — COMMENT ON ÉTUDIE LES CRUES DU MISSISSIPPI SUR DES MODÈLES A ÉCHELLE RÉDUITE AU LABORATOIRE D'HYDRAULIQUE DE VICKSBURG AUX ÉTATS-UNIS

En haut : la confection d'une maquette au 1/4 800 d'une boucle du Mississippi, reproduisant tous les détails du lit du fleuve et de la campagne environnante, jusqu'aux digues latérales dont on voit ici le tracé piqueté, formant une ligne blanchâtre. — En bas : la même maquette en cours d'essais, montrant le passage de l'eau à travers une brèche de la digue pour accéder à un réservoir d'urgence aménagé à cet effet (à droite) et qui ne doit être inondé qu'en cas d'absolue nécessité.

régime normal, une rivière dont les dimensions et le débit dépassent les valeurs auxquelles nous sommes accoutumés en Europe occidentale : sa largeur atteint 600 m à Pittsburg, se réduit à 500 m vers Cincinnati, et atteint 1 km à Cairo, près de son confluent avec le fleuve principal ; l'Ohio roule, en régime normal, autant d'eau que tous les fleuves de France réunis (le Rhin excepté).

que nous avons citée tout à l'heure en exemple, en raison de sa simplicité.

Plus dangereuses encore sont les pluies prolongées ; elles tombent sur un sol déjà détrempé, et qui ne peut plus rien absorber ; en raison de la faible déclivité du sol, elles s'accumulent et atteignent des niveaux catastrophiques ; l'Ohio peut s'élever à 20 m, 22 m même au-dessus de son étiage ; en

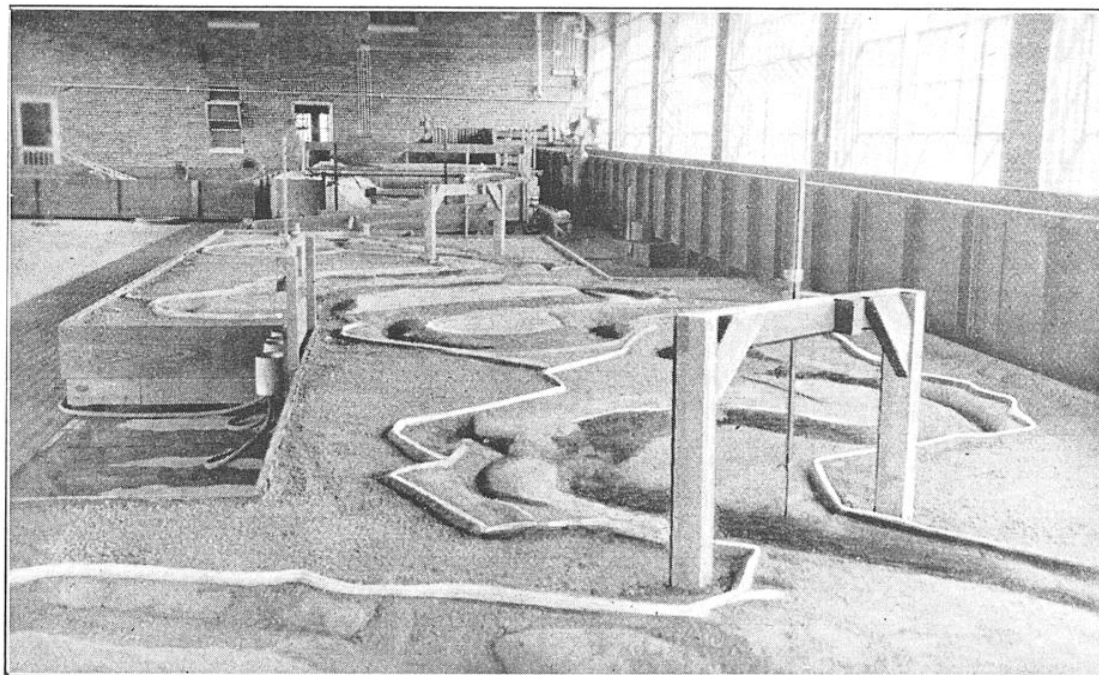


FIG. 5. — VOICI, AU LABORATOIRE HYDRAULIQUE DE VICKSBURG, AUX ÉTATS-UNIS, UN MODÈLE RÉDUIT REPRODUISANT DANS TOUTS LEURS DÉTAILS LES MÉANDRES DU MISSISSIPPI AU VOISINAGE DE GREENVILLE (ÉTAT DU MISSISSIPPI)

La distance totale, mesurée à vol d'oiseau, entre le début et la fin de ces méandres est de 68 km, alors que le lit sinueux du fleuve mesure 158 km. L'échelle horizontale du modèle est le 1/4 800 et l'échelle verticale (pour la profondeur du fleuve et la hauteur des digues construites sur ses deux rives) est le 1/360. Le modèle est entièrement construit en béton recouvert, par endroits, de sable. Les portiques en bois visibles sur cette photographie supportent les jauges destinées à mesurer la hauteur de l'eau au cours des essais. Des fils de couleur, attachés en différents points, indiqueront la direction des courants lors des inondations, et leur variation lorsqu'une brèche sera pratiquée dans une des digues latérales de sécurité, comme cela est prévu dans certains cas d'urgence pour provoquer une baisse soudaine du niveau de l'eau.

Mais ces conditions normales sont trop fréquemment dépassées par des crues catastrophiques, dont la cause résulte évidemment de pluies diluviennes sur une vaste étendue du bassin ; c'est ainsi qu'entre le 23 et le 25 mars 1913, il tomba en quarante-huit heures, entre les Appalaches et les Grands Lacs, 30 milliards de m³ d'eau, qui, étalés sur toute cette surface, auraient représenté une couche d'eau épaisse de 20 cm ; c'est cette pluie extraordinaire, brusque et diluvienne, qui donna naissance à la crue

février dernier, il a atteint une fois encore ces cotes fantastiques ; les journaux nous ont appris qu'à Cairo, un des navires occupés au sauvetage était ancré à la hauteur du troisième étage d'un des principaux hôtels de la ville ! Lors de l'inondation de mars 1913, l'Ohio roulait 40 000 m³ par seconde, et on appréciera mieux ce que représente un tel chiffre en le comparant aux débits maxima de nos propres inondations :

La Seine à Paris, 2 500 m³/seconde, en janvier 1910 ;

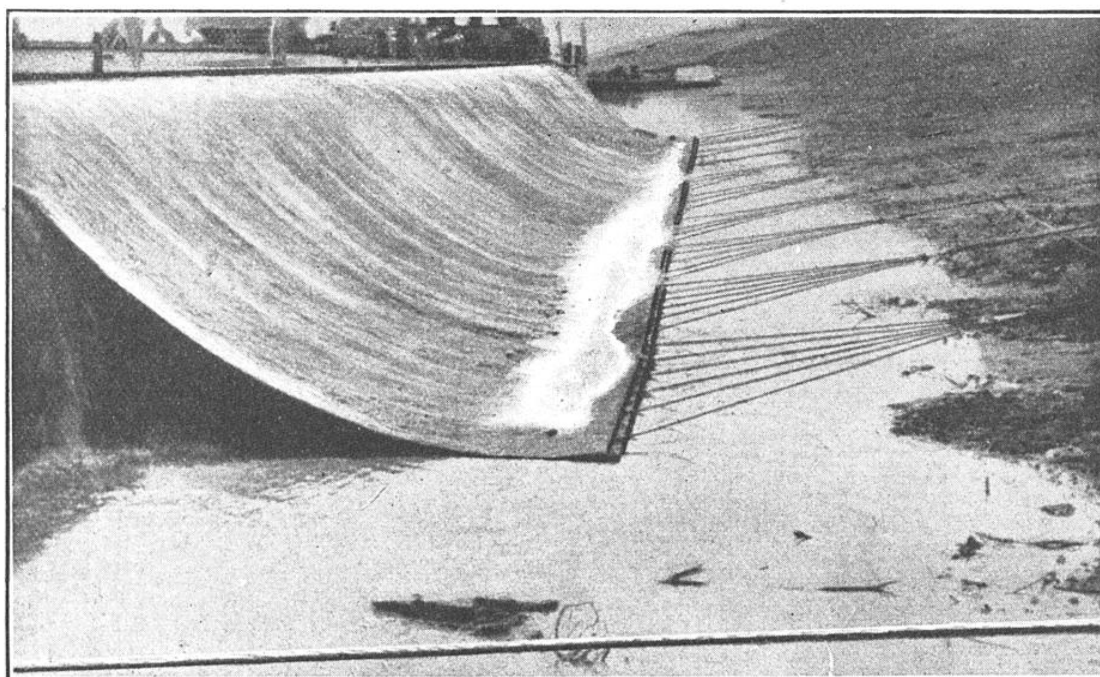
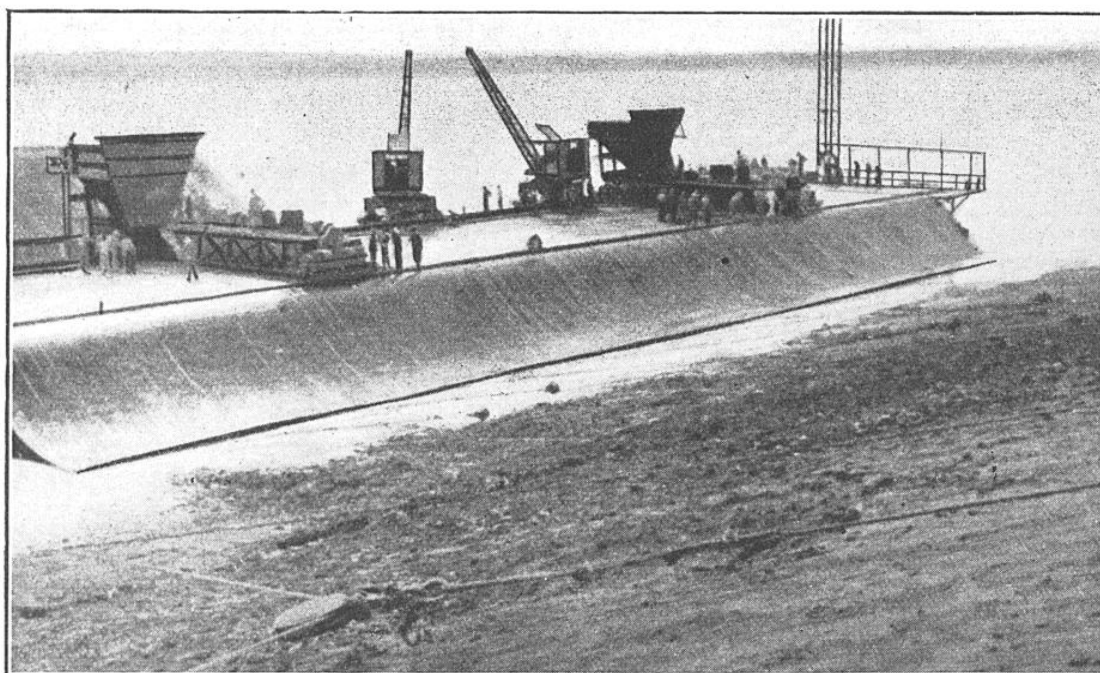


FIG. 6 ET 7. — PRÉPARATION ET MISE EN PLACE D'UN MATELAS D'ASPHALTE POUR LA PROTECTION DES RIVES PLATES ET RÉGULIÈRES SUR LE BAS-MISSISSIPI

Ce matelas, large de 65 m environ, est constitué par une armature métallique sur laquelle est coulé l'asphalte chaud. Sa longueur, dans le sens transversal au lit du fleuve, peut atteindre jusqu'à 190 m, par sections indépendantes de 10 m. Son épaisseur est d'environ 5 cm. On voit, en haut, l'ensemble des chalands-ateliers ancrés parallèlement à la berge, et, en bas, la fixation de la première section d'un matelas sur la berge qu'il protégera contre les érosions provoquées par le courant.

La Garonne à Agen, 9 000 m³/seconde, en juin 1875 ;

Le Rhône à Beaucaire, 13 000 m³/seconde, en mai 1856.

Il ne faut donc pas s'étonner des désastres causés par de telles effusions liquides : en 1913 encore, sur deux cent vingt ponts, un seul résista, grâce au poids de trente locomotives dont on l'avait chargé, mais les eaux arrivaient jusqu'à mi-hauteur de ces machines ; des dizaines de milliers d'hectares de sol cultivé furent couverts par des amoncellements de sable et de gravier ; enfin, cinq cents personnes trouvèrent la mort dans cette inondation.

De telles catastrophes sont, malheureusement, courantes dans cette région des Etats-Unis ; elles tiennent à des conditions météorologiques particulières, analogues à celles qui, agissant à plus petite échelle sur notre région cévenole, y engendrent les mêmes effets : dans cette partie montagneuse de notre pays, lorsque les vents humides provenant de la Méditerranée et de l'Océan s'affrontent et se refroidissent en s'élevant sur les monts des Cévennes et du Plateau Central, il se produit de véritables déluges qui, en quelques heures, gonflent et font déborder les rivières qui dévalent de cette région, l'Ardèche, l'Hérault, l'Aude, le Tarn, le Lot, l'Allier.

Les grandes inondations américaines procèdent de la même cause : ce sont les monts Appalaches qui jouent le rôle des Cévennes et le golfe du Mexique y remplace la Méditerranée ; les vents humides et chauds provenant de ce golfe remontent la vallée du Mississippi sur plusieurs milliers de kilomètres ; parvenus dans la région comprise entre les Appalaches et les Grands Lacs, ils s'affrontent avec un courant d'air froid venu de l'Océan Atlantique ; et c'est alors que se produisent les pluies diluviennes dont nous avons signalé les effets.

La défense américaine

Ces phénomènes n'ont aucun rapport avec le déboisement et la mise en culture du pays ; on a conservé le souvenir de grandes inondations aux débuts du xix^e siècle et on se souvient que Chateaubriand a décrit en termes pompeux les colères du Meschacébé. Le pays était alors presque inhabité ; il fait vivre aujourd'hui 60 millions d'êtres humains ; il est couvert de cultures ; de grandes cités se sont bâties sur les rives du fleuve et de ses affluents. Il faut donc, à tout prix, discipliner les fureurs inévitables ; mais la solution du problème fut assez long-

temps retardée par la division du pays en Etats, pratiquement indépendants pour leur vie intérieure, et aussi par la grande guerre de Sécession, qui opposa le Nord et le Sud. Mais le temps perdu a été rattrapé par un immense effort.

D'abord par l'initiative privée, si efficace en Amérique ; l'exemple le plus typique, à cet égard, a été fourni par les riverains de la Miami, rivière comparable, par ses dimensions, au Tarn ou au Lot, et qui est un affluent de droite de l'Ohio. Durement éprouvés par la catastrophe de 1913, les habitants de cette vallée décidèrent de se préserver, coûte que coûte ; des souscriptions généreuses leur permirent de fonder, en 1914, le *Miami Conservancy District* qui, dirigé avec une rare compétence par le professeur S.-E. Morgan, commença par étudier en détail le régime hydrologique de la région et les divers aspects du problème soulevé par les inondations ; après quoi, il établit et sut mener à bien un grandiose programme de travaux, dont la partie essentielle comportait cinq bassins destinés à retenir le trop-plein des grandes crues ; en outre, le lit de la Miami fut aménagé de façon à laisser écouler sans danger une crue supérieure de 40 % à celle de 1913. Les travaux furent achevés en 1923, et leur efficacité eut l'occasion de se manifester dès les grandes inondations de 1927 ; ils viennent de subir victorieusement une nouvelle épreuve, donnant un bel exemple des heureux effets de l'entente et de l'initiative privée.

Mais ces solutions régionales risqueraient de se contrarier, si elles étaient appliquées indépendamment ; le problème intéresse l'ensemble du pays ; aussi, le gouvernement fédéral américain décida-t-il de s'en occuper ; il créa, à cet effet, la *Mississippi River Commission* qui, chose curieuse, dépend du ministère de la Guerre ; les études de ce comité ont pour but, et pour effet, de coordonner les dispositions prises par les différents Etats riverains dont chacun, par une disposition d'esprit bien humaine, aurait tendance à se protéger aux dépens des autres.

La commission, présidée par le major général Jadwin, a présenté ses conclusions, en 1927, aux autorités fédérales ; son projet, étudié avec beaucoup de soin et de clairvoyance, ne vise pas à une maîtrise complète de forces naturelles irrésistibles ; au contraire, il propose de reculer les digues, de façon à élargir le lit occupé par le fleuve inondant ; il réduit au minimum l'emploi des digues insubmersibles dont j'ai indiqué déjà les inconvénients et les dangers ; le

projet du comité, qui a été adopté par le gouvernement, doit coûter 300 millions de dollars, et son achèvement très prochain est prévu ; mais il ne constituera lui-même qu'une étape dans une œuvre qui occupera encore de nombreuses générations.

Sur le thème général proposé par le comité, chaque point doit être étudié à part et soigneusement. A cet effet, on a établi à Vicksburg, sur le bas Mississippi, un grand laboratoire où, sous la direction du lieutenant H.-D. Vogel, la méthode des gabarits est appliquée avec une ingéniosité dont nos ingénieurs européens pourraient faire leur profit... si des ressources suffisantes étaient mises à leur disposition. Pour appliquer cette méthode, on établit des réductions, au 1/700 ou au 1/800 suivant les cas, de chaque région étudiée et on y produit l'écoulement de l'eau, distribuée par d'amples réservoirs, aux divers régimes, en observant chaque fois le débit, la direction des filets liquides, les actions produites sur les rives. Les photographies jointes à cet article permettront de juger avec quelle perfection ces modèles réduits ont été exécutés ; il faut noter, toutefois, que la plus grande difficulté consiste à reproduire, en réduction, la nature du sol ; c'est là que réside le principal élément d'incertitude que comporte l'emploi de cette méthode, car la nature du lit exerce, par ses frottements, une influence considérable sur le régime d'écoulement. En tout cas, la règle qui dirige tous ces essais est d'éviter, autant que possible, la formation de tourbillons ; ils usent inutilement l'énergie cinétique du courant et, par suite, ralentissent son écoulement ; en outre, ils affouillent les rives, emportant des matériaux solides qui, déposés plus loin dans une zone tranquille, forment des bancs ou des barrages et accentuent les courbures du lit. C'est ainsi que, grâce à la station expérimentale de Vicksburg, des retouches continues sont appliquées à la vallée du grand fleuve et de ses affluents, de façon à rendre plus tolérables les déluges qui y sévissent.

Parmi ces modifications, il en est une dont l'originalité est extrême, car elle n'a été employée jusqu'ici que sur les rives inférieures du Mississippi. Dans cette partie basse de son cours, le grand fleuve coule entre des berges extrêmement fragiles ; elles sont, en effet, formées avec les boues déposées par le fleuve lui-même (1) ; les pierres et les gros graviers sont restés en route, et le

sol est comparable à celui de notre Camargue, où on ne rencontre pas un caillou. Dans un terrain aussi meuble, les crues produisent des affouillements indésirables ; aussi a-t-on cherché, de tout temps, à s'y opposer. Une des meilleures solutions, applicable surtout dans les régions où le courant est le plus rapide, consiste à employer des enrochements pour couvrir la berge ou créer des épis transversaux ; comme on ne trouve sur place que du sable et du gravier fin, on fabrique avec ces matériaux, agglutinés par du ciment, des blocs artificiels ; la méthode est pratiquée en Europe, mais au lieu de donner à ces blocs, comme chez nous, des formes rectangulaires, on a procédé à des essais comparatifs, en suite desquels on a reconnu que la meilleure forme était celle de tétraèdres (pyramides limitées par quatre triangles équilatéraux) pesant environ 15 kg, donc aisément maniables ; ces pierres artificielles s'enchevêtrent en formant un ensemble qui résiste bien au courant ; le chantier de fabrication en produit 50 000 par jour, et on en a déjà posé près de 10 millions.

Plus originale encore est la solution adoptée, sous la direction du colonel J.-N. Hodges, pour la protection de certaines berges, plates et régulières, du Mississippi inférieur ; elle consiste à les recouvrir d'un matelas d'asphalte armé (fig. 6 et 7). Ce matelas est fabriqué sur place à bord d'un ensemble de deux chalands-ateliers ancrés parallèlement à la berge ; son armature est formée par un treillage métallique dont les mailles ont 100 mm sur 50 ; sur ce grillage, on coule l'asphalte chaud fourni par des wagons-trémies, on le comprime avec des rouleaux pour lui donner l'épaisseur voulue, on le refroidit par des jets d'eau, puis, après l'avoir solidement attaché à la rive, on le laisse se dérouler par son poids en s'enfonçant sous l'eau ; de place en place, on a ménagé des trous dans l'épaisseur du matelas, de façon à ce que l'air ne risque pas de rester emprisonné sous lui et de le soulever.

Ainsi, le bassin du Mississippi est devenu un vaste champ d'expérience, où l'incomparable puissance de la technique américaine a engagé la lutte contre un des fléaux les plus redoutables de l'humanité. En Europe, les hommes s'épuisent à lutter les uns contre les autres ; aux Etats-Unis, ils s'unissent pour lutter contre les forces brutales de la nature, en s'efforçant de les discipliner ; ils nous donnent ainsi, au point de vue moral comme au point de vue technique, un exemple que nous aurions intérêt à suivre.

L. HOULLEVIGUE.

(1) Le total des boues entraînées par le Mississippi atteint annuellement 350 à 400 millions de tonnes ; il est dix fois supérieur à celui transporté par le Rhône.

LA SCIENCE DES « FORMES » EN MECANIQUE

Par Pierre DEVAUX

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

Le schéma initial d'une machine, uniquement établi d'après les données de la résistance des matériaux (1), ne constitue qu'un tracé théorique auquel il faut donner, par la suite, les proportions les plus harmonieuses compatibles avec le mouvement des organes. De récentes découvertes scientifiques sur la constitution des métaux — qui pourraient, peut-être, bouleverser le dessin classique de la plupart des machines actuelles — comportent certains enseignements à retenir. Elles viennent de montrer notamment que les formes anguleuses, mal raccordées, sont particulièrement néfastes aux pièces mécaniques, dont elles déterminent soit la rupture, soit le vieillissement prématuré. On sait déjà que les cristaux juxtaposés constituant les métaux s'orientent, en effet (à la suite des traitements mécaniques qu'on leur fait subir), de façon à former, en quelque sorte, des « fibres » qu'il importe de ne pas cisailier sous peine de créer des points faibles — de moindre résistance — où pourrait s'amorcer, par ce fait même, une rupture. On sait aussi que si les aciers spéciaux, en particulier ceux au chrome-nickel, ont permis de diminuer la section des pièces par suite de l'accroissement et de la limite élastique et de la charge de rupture, il n'en est pas de même pour la rigidité, autrement dit l'« indéformabilité » des pièces, à cause précisément des faibles dimensions qu'autorise l'emploi de ces nouveaux aciers. Cet inconvénient peut, du reste, être évité, dans l'aviation par exemple, en donnant aux pièces la forme de tubes à parois gaufrées ou rainurées. D'autre part, pour remédier à la corrosion — problème qui se pose pour des matériaux présentant de grandes surfaces sous une faible épaisseur, on utilise couramment les aciers dits « inoxydables ». Enfin, les causes de rupture par flexion, cisaillement ou torsion sont aujourd'hui aisément déterminées par la photographie en lumière polarisée (2). Ces nouvelles recherches ont mis notamment en évidence les conséquences néfastes des efforts alternés, ainsi que celles de la rugosité des surfaces, dont les irrégularités constituent autant d'amorces de rupture. On a pu démontrer ainsi que toute irrégularité de tracé, surtout accompagnée d'angles vifs, fait naître de dangereuses concentrations d'efforts. Cette constatation a conduit à cette conclusion — en apparence paradoxale — qu'il faut enlever du métal pour arrondir ces angles, c'est-à-dire alléger pour renforcer. Ainsi l'harmonie des formes — complètement indispensable des calculs abstraits de la résistance des matériaux — se justifie-t-elle du point de vue scientifique, grâce aux recherches aussi minutieuses que précises poursuivies au cours de ces dernières années dans les laboratoires sidérurgiques d'Europe et d'Amérique.

LE célèbre romancier H.-G. Wells, brochant un large tableau de l'évolution culturelle de l'humanité, parle quelque part de « ces beaux outils, robustes et logiques, polis comme des ossements ».

Ce que Wells disait des instruments manuels, nous pouvons le redire de cet immense outillage moderne qui peuple usines, centrales, voies ferrées et qui porte ce nom générique : la machine. La plus modeste de nos locomotives ou de nos fraiseuses représente une somme prodigieuse d'études, d'adaptations patientes, conduites avec une entière abnégation intellectuelle ; dans une machine entièrement mise au point, toutes les personnalités successives de ses créateurs s'effacent : il ne reste plus

que cette perfection froide qui obéit à des lois éternelles.

Voici le « galbe » mécanique

Les metteurs en scène de théâtre et les cinéastes, soucieux de faire pénétrer les spectateurs dans des « Métropoles » inhumaines, ont répandu dans le public une bien singulière conception de la mécanique : des organes anguleux, des mouvements saccadés, un automatisme brutal. L'aérodynamisme, avec ses lignes fuyantes, est venu heureusement assouplir cette idée simpliste en vulgarisant la notion de « galbe ». Mais les ingénieurs savent depuis longtemps qu'une machine n'est vraiment achevée que lorsque son schéma initial s'est étoffé en des proportions harmonieuses, de même qu'une courbe mathématique ne devient parfaite

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 237, page 176.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 132, page 491.

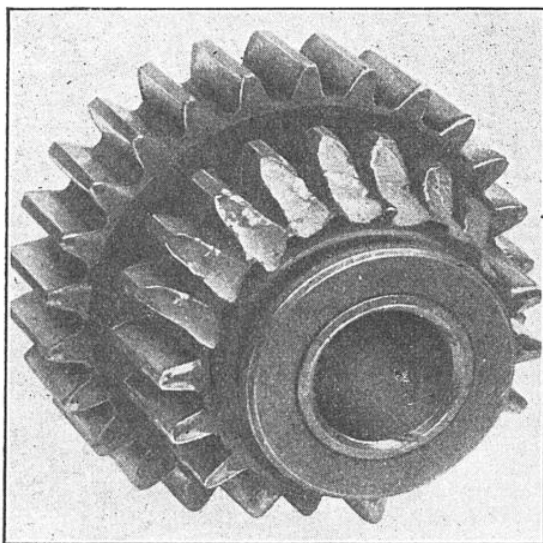


FIG. 1. — LA FRAGILITÉ EST LA GRANDE ENNEMIE DES PIÈCES MÉTALLIQUES MINCES
Ces dents d'engrenage d'un changement de vitesse ont été brisées par un choc.

qu'à l'instant où le polygone brisé, divisé à l'infini, s'évanouit dans sa courbure.

Une découverte toute récente, et qui pourrait bien bouleverser dans l'avenir le dessin classique de la plupart des machines, est précisément que les formes anguleuses, mal « raccordées », sont *extrêmement néfastes* aux pièces mécaniques, dont elles déterminent soit la rupture brusque (fig. 1), soit un « vieillissement » précoce, aboutissant également à une rupture.

Eblouis, durant quelques années, par les possibilités remarquables des *aciers spéciaux* à haute résistance, les constructeurs semblent avoir quelque peu négligé ces questions vitales. Aujourd'hui, il faut se rendre à l'évidence : les aciers spéciaux, du point de vue des ruptures provenant d'un tracé défectueux, sont *plus dangereux* entre des mains inexpertes que le vieil « acier doux » ou demi-doux classique. Le fait que notre *Bureau Veritas* a tenu à reproduire de magistrales études, parues sur ce sujet dans le milieu des « Shipbuilders » britanniques, souligne du reste toute l'actualité de ces problèmes.

« Fibres » et « cristaux » métalliques

Les calculs de résistance des organes mécaniques sont basés sur deux hypothèses essentielles : on suppose le métal *homogène* et *isotrope*, c'est-à-dire doué de propriétés identiques dans toutes les directions. Mal-

heureusement, la réalité est bien différente.

Un métal est formé de *cristaux* juxtaposés, orientés dans tous les sens et présentant des compositions variables ; rappelons, par exemple, que, dans l'acier, on distingue la ferrite, la perlite, la martensite et bien d'autres (1). Dans une pièce coulée, les cristaux restent orientés dans le sens de la progression de la cristallisation, tandis que dans un organe forgé, ces cristaux se trouvent orientés par l'« écoulement » produit dans le métal sous l'action de la presse ou du marteau.

On arrive ainsi à la notion féconde de *fibre*, qui rapproche assez étrangement l'art du métallurgiste et celui du charpentier, et qui conduit à des résistances et des sécurités très satisfaisantes. Ainsi, un boulon simplement « décolleté », c'est-à-dire tourné dans de la barre, possède des fibres de tête coupées, en sorte que cette tête peut se trouver arrachée ; dans un boulon forgé par refolement, au contraire, les fibres existant initialement dans la barre par suite du laminage, sont reployées en champignon, ce qui confère à la tête une énorme résistance (voir aussi fig. 2).

(1) La *ferrite* est formée de fer contenant en dissolution différents corps : chrome, nickel, manganèse, silicium ; c'est une *solution solide*, c'est-à-dire un ensemble rigoureusement homogène, aussi bien qu'une solution de sucre dans l'eau. La *perlite*, examinée au microscope, révèle des lamelles très fines et enchevêtrées de ferrite et d'un composé plus dur, la *cémentite*. La *martensite* est le composant dur des aciers trempés ; elle est formée d'aiguilles fines orientées à 120° avec tendance à former des triangles équilatéraux. Les *austénites* sont l'élément essentiel des aciers inoxydables ; ce sont des solutions solides de carbone dans un certain fer « gamma », non magnétique, dont la constitution est semblable à celle du fer ordinaire maintenu à 900° .

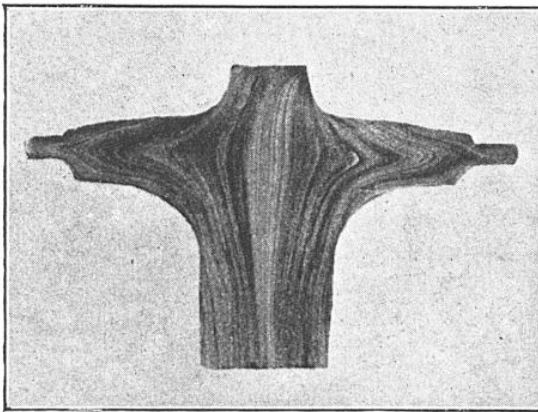


FIG. 2. — ON VOIT ICI COMMENT LES « FIBRES » DE L'ACIER SONT REPLOYÉES AU COURS DU FORGEAGE D'UNE SOUPAPE DE MOTEUR
La pièce acquiert ainsi une résistance considérable et ne risque pas d'être « décapitée » en service.

Les « accidents » intérieurs dont il convient de tenir compte pour éviter de fâcheuses surprises sont tout d'abord les défauts du métal : soufflures, « inclusions » de paillettes oxydées ou de charbon, décollements internes, repliures de forgeage, pailles... Même sain à l'origine, ce métal peut avoir eu une « histoire » lourdement chargée : ainsi une barre

de direction d'automobile, faussée par un choc, puis redressée à froid, au marteau, présente une texture cristalline *écrouie* qui voue les occupants de la voiture à la catastrophe ! Notons encore, parmi ces défauts invisibles, les *tensions internes*, vestiges d'un traitement thermique peu rationnel, et qui peuvent provoquer de véritables explosions inopinées.

Comment on calcule les pièces

Compte tenu de ces défauts invisibles qui conduisent à adopter des dimensions « surabondantes », que demande-t-on à une pièce de machine ? De résister *sans déformation permanente* ni rupture aux effets statiques ou dynamiques, constants ou répétés, auxquels elle pourra se trouver soumise dans les plus mauvaises conditions de service ; de ne pas subir, lors de ces efforts, une *déformation élastique* suffisante pour provoquer des rencontres d'organes ou compromettre le fonctionnement normal de la machine ; enfin de résister à l'*usure* (fig. 8).

On sait que l'introduction des aciers spéciaux, et notamment des aciers au chrome-nickel, a permis de diminuer considérablement les sections des pièces, du fait que la « limite élastique » du métal et sa « charge de

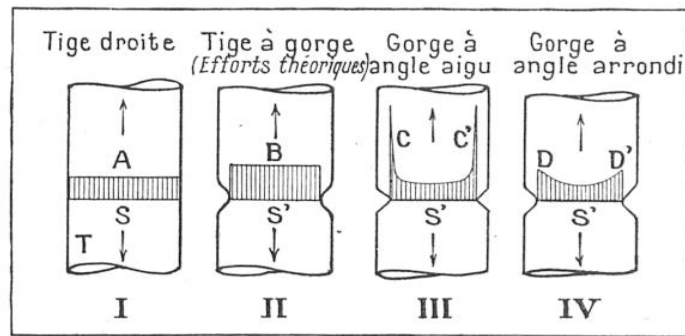


FIG. 3. — RÉPARTITION DES EFFORTS DANS UNE TIGE CYLINDRIQUE ENTAILLÉE PAR UNE GORGE CIRCULAIRE ET TRAVAILLANT EN TRACTION

I, tige droite ; les efforts sont uniformément répartis sur toute la surface de la section S. — II, tige entaillée ; théoriquement, les efforts se répartissent uniformément sur la surface réduite S'. — III, répartition réelle, révélée par la photographie en lumière polarisée ; une dangereuse concentration d'efforts se produit au voisinage du fond de la gorge (efforts C et C'). — IV, le danger est fortement atténué (efforts maxima D et D') si l'on donne à la gorge un profil arrondi. On renforce ainsi la pièce en ôtant du métal, c'est-à-dire en l'allégeant.

donne tout juste la section indiquée pour résister à un effort théoriquement dirigé suivant son axe. Dans une tige de piston ou de pompe, les vibrations accentuent ce danger, qui se trouve encore accru dans les arbres rotatifs par la tendance au *fouettement* latéral.

Il importe de remarquer que nulle augmentation de rigidité n'est à espérer du côté des nouveaux aciers ; le « module d'élasticité » qui intervient ici reste, en effet, compris entre 20 000 et 22 000, quel que soit l'acier employé. En langage ordinaire, ceci veut dire qu'un acier spécial supportera beaucoup plus de kilogrammes d'effort par millimètre carré, mais que, pour un effort donné, sa déformation sera exactement la même que pour un acier doux.

De là sont nés ces dessins spéciaux à grand « moment d'inertie » où la matière est rejetée le plus loin possible de l'axe de figure ; la Tour Eiffel, avec sa carcasse ajourée, vide au centre, en présente aux yeux un exemple parlant : il est clair que si tout le métal se trouvait réuni en une colonne unique, celle-ci ne tarderait pas à se « mettre en serpent » et à s'abattre sous son propre poids !

A égalité de section, une colonne, une

rupture » se trouvent très augmentées. Par contre, les aciers spéciaux sont défavorables à la *rigidité*, précisément parce qu'ils permettent au dessinateur de tracer des pièces minces.

Ainsi, une poutre très longue, travaillant en compression dans une charpente, risquera de « flamber », c'est-à-dire de se replier en forme de serpent, si on lui

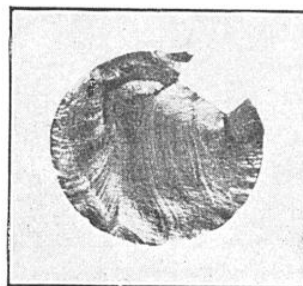


FIG. 4. — CET ARBRE A ÉTÉ BRISÉ A CAUSE DES ANGLES TROP AIGUS D'UN LOGEMENT DE CLAVETTE, QUI ONT FORMÉ AMORCE DE RUPTURE

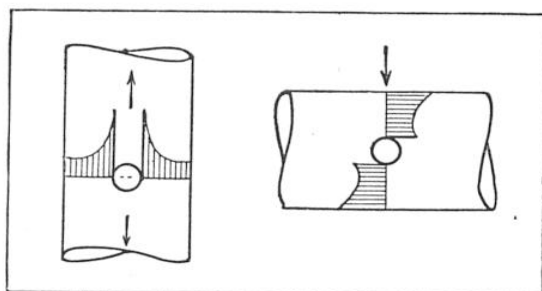


FIG. 5. — UN SIMPLE TROU TRANSVERSAL PEUT METTRE UNE PIÈCE EN PÉRIL

A gauche, concentration des efforts au voisinage du trou dans une tige travaillant en traction. — A droite, concentration analogue dans un arbre rotatif travaillant en torsion ; les hachures symbolisent les efforts tranchants qui tendent à cisailier le métal de l'arbre et qui, en réalité, sont dans un plan perpendiculaire à celui de la figure.

tige de pompe, une bielle tubulaires sont beaucoup moins déformables que les mêmes pièces pleines. Dans cette voie, on finit par arriver à des parois tellement minces, par exemple dans l'aviation, qu'elles risquent de se déchirer ou de se plisser, principalement aux points d'attaches ; on a alors avantage à les gaufrer ou à les rainurer par emboutissage pour raidir toute la surface.

Notons tout de suite que cet étalement du métal, exposé au milieu ambiant en grande surface et en mince épaisseur, pose sous une forme aiguë le problème de la corrosion. De là l'intérêt des aciers inoxydables au nickel, des aciers semi-inoxydables au cuivre et des revêtements protecteurs dont il existe aujourd'hui une gamme variée.

Exemples de ruptures

Il est fort rare qu'une pièce se casse en service par traction simple, car la cassure présente généralement un aspect tout différent des cassures obtenues sur les machines d'essai (hydrauliques ou à vis) opérant la rupture des « éprouvettes ». De telles ruptures ne s'observent que sur des pièces qui ont cédé par suite de la rupture préalable des pièces principales.

Plus fréquemment, une pièce se rompt par cisaillement ou par torsion, par exemple à bord d'une automobile lors d'un très violent coup de frein ou d'une fausse manœuvre d'embrayage ; les arbres peuvent alors casser net au ras d'un pignon.

Les ruptures par choc font entrer en ligne de compte, une grandeur que nous avons négligée jusqu'ici et qui est la fragilité du métal (fig. 1). Les dents des engrenages en

acier spécial, très résistantes, sont souvent fragiles et peuvent être fauchées par un choc ; la fragilité est moindre avec des dentures en acier ordinaire au carbone, durci superficiellement par cémentation ou *nitruration* pour résister à l'usure, mais dont le corps reste « souple ».

Danger des « efforts alternés »

Une autre cause de rupture, très importante et trop peu étudiée jusqu'ici, mérite d'être signalée : ce sont les *efforts alternés*.

Une barre de direction d'automobile, par exemple, un vilebrequin, une bielle « travaillent » alternativement dans un sens et dans l'autre. Si l'effort ne dépasse pas la limite élastique du métal, il semblerait que ce régime d'efforts contraires et de repos pourra continuer sans dommage. Il n'en est malheureusement rien. Le métal se fatigue, vieillit, et si les efforts dépassent une certaine valeur, nommée « limite d'endurance », la pièce finit par casser.

Insistons sur ce curieux phénomène, qui ne serait guère rassurant pour les automobilistes si l'on ne savait avec quelle ample marge de sécurité sont établis ces organes essentiels ! Pour un acier doux, à 0,2 % de carbone, la résistance à la rupture (base des calculs classiques de résistance des pièces) est de 42 kg par mm², tandis que la limite d'endurance est en moyenne de 21 kg par mm², soit la moitié.

Pour un acier au nickel-chrome de 104 kg de résistance par mm², la limite d'endurance est de 48 kg par mm² si la surface est polie, mais elle s'abaisse à 25 kg par mm² si la surface est rugueuse, toutes les petites dénivellations jouant le rôle d'entailles qui amorcent la rupture.

Plaçons-nous devant un problème concret. Un constructeur d'automobiles, dans le but d'alléger les pièces, désire remplacer les petits leviers de pivotement des

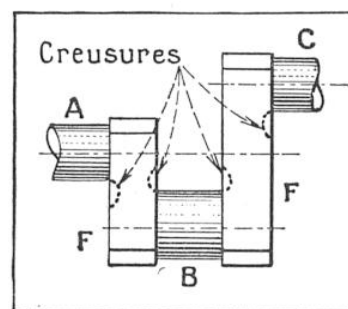


FIG. 6. — DANS UN VILEBREQUIN, LES POINTS OU LES PARTIES CYLINDRIQUES ABC VIENNENT REJOINDRE LES « FLASQUES » F F' CONSTITUENT DES AMORCES DE RUPTURE ; DE SIMPLES « CREUSURES » SOULAGENT LE MÉTAL ET AUGMENTENT LA SÉCURITÉ

chapes de roues directrices, actuellement réalisés en acier doux ou demi-dur, par des leviers en acier chrome-nickel. Son laboratoire, à la suite des *essais de traction*, l'avise que la résistance du métal est de trois à quatre fois supérieure. Si le dessinateur se base sur cette proportion, les pièces réalisées, soumises à des efforts alternés, seront trop faibles et d'autant plus dangereuses que la rupture pourra se faire attendre durant plusieurs années !

Une épreuve spéciale, celle de la *flexion alternée*, a donc été introduite dans les laboratoires et rend actuellement les plus grands services. Toutefois, une propriété nouvelle a été découverte au cours de ces essais, celle de la « crackless-plasticity » : un acier soumis à 10 000 flexions alternées, avec un effort égal à la moitié de la limite d'endurance, se trouve en quelque sorte « fortifié » et peut ensuite subir jusqu'à 10 millions de flexions, sous un effort égal à sa primitive limite d'endurance, sans se rompre.

Il y a bien une « accoutumance » encore inexpliquée et qui apparente bien curieusement les métaux aux êtres vivants.

Alléger pour renforcer !

Nous venons de voir se manifester les propriétés néfastes des surfaces non polies, dont les irrégularités servent d'amorce à des fractures. Les essais de Hankins ont prouvé que l'endurance des ressorts à lames des voitures et des véhicules de chemin de fer est ainsi réduite de 40 % par l'état d'oxydation de la surface, généralement brute de forge. Pour ses *barres de torsion*, Citroën a dû étudier un polissage parfait de la surface, recouverte ensuite par un revêtement protecteur.

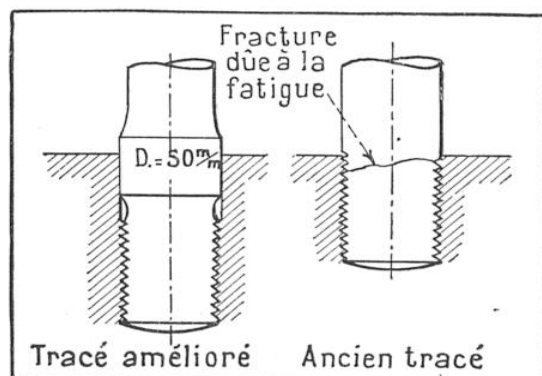


FIG. 7. — A DROITE, « PRISONNIER » ROMPU PAR LA FATIGUE DU MÉTAL ; A GAUCHE, TRACÉ ALLÉGÉ (« ÉLÉGI ») ÉVITANT LES CONCENTRATIONS D'EFFORTS

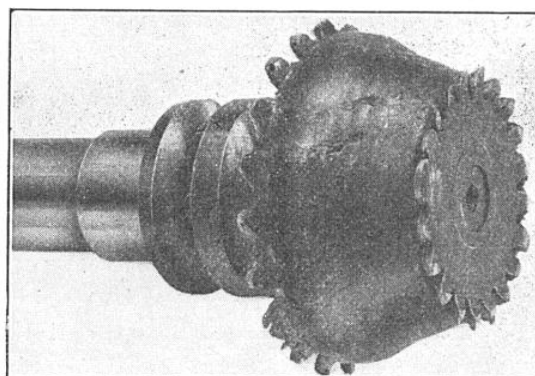


FIG. 8. — PIGNON DE DIFFÉRENTIEL COMPLÈTEMENT RASÉ PAR USURE DES DENTS A LA SUITE D'UN EMBALLAGE

Nous arrivons ainsi aux ruptures provoquées par un *mauvais dessin* des pièces, favorisant les cassures par *effet d'entaille* ou par *concentration d'efforts*.

Considérons une tige *T* (fig. 3, n° I) soumise à un effort de traction. La *fatigue* du métal mesurée en kg par mm², peut être représentée par les lignes égales *A* : elle est la même en tous les points de la section *S*. Mettons maintenant la barre sur le tour et creusons une gorge *C*, de façon à réduire la section à *S'*. D'après la théorie classique, les efforts restent distribués uniformément suivant les lignes *B* (n° II) ; or, en réalité, ces efforts se concentrent de façon excessive au voisinage du fond de la gorge, en *C* et *C'*, suivant la représentation n° III.

Le lecteur demandera peut-être comment on a pu connaître cette distribution des efforts avec une précision suffisante. On a fait appel à des méthodes de *photo-élasticité* (1) ; le solide à examiner (ici la tige) étant fabriqué en une matière transparente et isotrope, est photographié en lumière polarisée. Sur le cliché, on voit apparaître des lignes multiples qui sont précisément les lignes d'efforts et d'où l'on peut déduire la répartition et le chiffre des fatigues.

Toute *discontinuité* dans le tracé des pièces fait ainsi naître de dangereuses concentrations, d'autant plus marquées que l'angle rentrant est plus vif. Les logements de clavettes (fig. 4), les trous de goupilles (fig. 5) et ces longs canaux à huile qui traversent l'épaisseur des vilebrequins de moteurs sont très défavorables à ce point de vue.

Comment remédier à ce danger ? On peut tout d'abord le diminuer en évitant les angles vifs, notamment au fond des gorges

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 132, page 491.

(DD', fig. 3, n° IV) ; les filetages (ou pas de vis) à fond arrondi doivent être préférés, pour les tiges et boulons, ce qui atténue l'effet d'entaille. Dans les vilebrequins, il peut être très utile d'ôter du métal en pratiquant des *creusures* qui suppriment les angles vifs (fig. 6).

Oter du métal à une pièce pour l'empêcher de casser est paradoxal, mais de pratique aujourd'hui courante ; la figure 7 montre un « prisonnier » qui a été ainsi *élégé* à la racine du filetage.

La meilleure solution, quand elle est possible, consiste à supprimer du tracé toute variation brusque. La figure 9 représente quatre tracés de tige de piston, avec l'évasement destiné à la fixation du piston ; les lignes en faisceau représentent les efforts. La forme I est très défavorable : une rupture est probable ; la forme II présente une amélioration ; elle a été obtenue en pratiquant une gorge arrondie sur une pièce déjà existante ; les formes III et surtout IV sont satisfaisantes.

Un modèle : le squelette humain

Telles sont les récentes découvertes de la science des pièces mécaniques et il faut avouer que la nature, ici comme en d'autres domaines, nous a largement devancés.

Le squelette humain, avec ses os tubulaires

terminés par de larges têtes raccordées à la partie droite en de longues courbes, est vraiment un modèle du genre (fig. 9). Les discontinuités sont rarissimes dans cette charpente légère et robuste ; et il est incontestable que celles qui existent, telles que le col du fémur, donnent lieu à des ruptures, principalement chez les gens âgés.

Il n'est pas jusqu'à la toute récente découverte de la *corrosion-fatigue* qui ne semble

avoir été prévue par la nature. Les ingénieurs ont remarqué que les métaux en état de fatigue mécanique étaient particulièrement sensibles à la corrosion et que cette corrosion, agissant par la formation de gerçures et de

craques, pouvait amener des ruptures.

Nos os, assurément, n'ont pas à redouter la corrosion des agents atmosphériques, puisqu'ils en sont naturellement isolés, mais il est très remarquable que le *périoste* extérieur, chargé d'engendrer les cellules osseuses jeunes, subsiste chez l'adulte, tout prêt à entretenir une surface résistante sans porosités et sans vides...

Les philosophes antiques, quand ils affirmaient que le corps humain est le chef-d'œuvre des dieux, ne se doutaient pas à quel point les mécaniciens du *xx^e* siècle leur donneraient raison !

PIERRE DEVAUX.

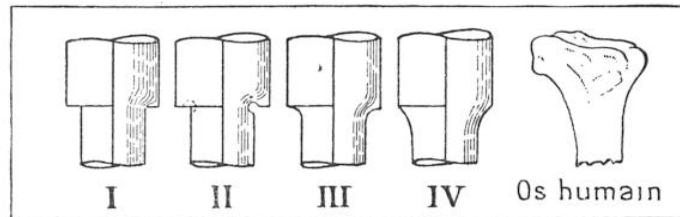


FIG. 9. — AMÉLIORATION D'UNE TIGE DE PISTON

I, ancienne forme, sujette à se briser, au col ; les lignes d'efforts indiquent une concentration excessive. — II, même pièce améliorée par une gorge très arrondie. — III et IV, nouveaux tracés assurant une bonne répartition des efforts. A droite, un os humain (tête du tibia) ; la similitude avec le « bon » tracé n° IV est frappante.

Au récent banquet des Industriels anglais, M. Baldwin a tout particulièrement souligné dans son discours les progrès réalisés, depuis un demi-siècle, en ce qui concerne les conditions du travail humain dans toutes les industries. Il attribue ce résultat, si favorable à la classe ouvrière, au perfectionnement du machinisme dont la généralisation a transformé le « climat » même de la production et cela grâce notamment à la machine-outil automatique et semi-automatique, à l'éclairage rationnel des travailleurs, au conditionnement de l'air des ateliers, etc. Il a ajouté qu'en notre siècle de « vitesse » dans tous les domaines il redoutait que certains problèmes — ceux là d'ordre physiologique — fussent difficiles à résoudre pour ménager l'organisme humain en général et le système nerveux en particulier. On sait déjà que, pour l'aviation à haute altitude ou à grande vitesse, des laboratoires spéciaux sont précisément chargés d'étudier les problèmes de cet ordre dont l'examen doit retenir toute l'attention des spécialistes.

DEUX PROGRÈS EN RADIO DANS L'AMPLIFICATION DES COURANTS : Multiplicateur d'électrons — Contre-réaction

Par C.-N. VINOGRADOW

INGÉNIEUR-RADIO E. S. E.

La technique radioélectrique utilise constamment l'amplification des courants — de haute ou de basse fréquence — soit pour la réception et l'émission radiophoniques, soit pour la télévision. Si des perfectionnements considérables ont été obtenus dans la constitution des tubes à électrodes multiples utilisés à cet effet, il n'en demeure pas moins que le problème de l'indépendance du coefficient d'amplification et de la fréquence des courants (problème de la fidélité) s'avère toujours aussi difficile à résoudre. Voici cependant, à ce point de vue, deux perfectionnements réellement pratiques, mis au point tout récemment. C'est, d'abord, le « multiplicateur d'électrons » dont la réalisation est due surtout à l'ingénieur américain Zecorykin, d'origine russe (1). Utilisé en particulier pour la télévision, il permet d'amplifier 20 millions de fois les courants de haute fréquence émis par les cellules photoélectriques (2), sous l'effet de l'exploration lumineuse du sujet à transmettre. Nous signalerons ensuite, dans un autre ordre d'idées, une application toute nouvelle d'un procédé, déjà ancien, qui consiste à renvoyer à l'entrée de l'amplificateur une fraction des courants recueillis à la sortie de cet organe, afin de les amplifier à nouveau (réaction). Ce montage, dit à « contre-réaction », a le mérite, en effet, de corriger automatiquement les défauts de l'appareil (bruits de fond, déformation). Non seulement il atténue notablement les fréquences « indésirables » créées dans les amplificateurs ordinaires, qui nuisent à la qualité de l'audition, mais, de plus, il supprime cette distorsion constatée en basse fréquence qui provient de l'amplification inégale des sons graves ou aigus. Il en résulte une plus grande musicalité des radiorécepteurs, ce qui constitue un progrès des plus appréciables.

L'AMPLIFICATION en haute et en basse fréquence, qu'il s'agisse des appareils récepteurs ou émetteurs ou de ceux de la télévision, joue un rôle primordial dans la technique radioélectrique. Parmi les perfectionnements les plus récents dans ce domaine, voici deux réalisations particulièrement intéressantes.

C'est tout d'abord le *multiplicateur d'électrons* basé sur des principes entièrement différents de ceux utilisés dans les appareils ordinaires à lampes et qui s'applique, en particulier, à l'amplification en haute fréquence. C'est ensuite le système dit à *contre-réaction*, applicable aussi bien aux amplificateurs en basse qu'en haute fréquence, bien qu'il soit surtout employé pour l'amplification en basse fréquence. Ce montage permet, en effet, d'obtenir une amplification presque linéaire de très larges bandes de fréquences acoustiques et, ainsi, de réaliser

une reproduction de beaucoup supérieure à celle qu'on peut obtenir avec les amplificateurs du même type, mais non munis de « contre-réaction ».

Qu'est-ce que le « multiplicateur d'électrons » ?

Le choc d'un électron en mouvement contre une surface métallique recouverte de certains oxydes peut faire jaillir de cette surface quelques électrons nouveaux dits « électrons secondaires ».

Ce phénomène de l'émission secondaire se manifeste, par exemple, dans les lampes à vide utilisées en radio où des électrons secondaires sont arrachés à la plaque par le flux cathodique d'électrons. Dans les tubes à vide, cette émission secondaire altère d'ailleurs les qualités amplificatrices et doit même être souvent combattue à l'aide des grilles supplémentaires dites « grilles de suppression ». C'est ce phénomène, nuisible en certains cas, qui est provoqué à dessein et

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 234, page 484.

(2) Voir *La Science et la Vie* n° 214, page 265.

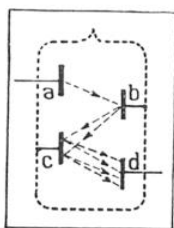


FIG. 1. — PRINCIPE DU MULTIPLICATEUR D'ÉLECTRONS

Chaque électron primaire émis par la cathode *a* frappe la plaque *b* d'où jaillissent plusieurs électrons secondaires (ici deux). À leur tour, ces électrons, attirés par la plaque *c*, donnent naissance à d'autres électrons (ici quatre). Le courant électronique aboutissant à l'anode finale *d* est donc multiplié par quatre (dans l'exemple choisi).

utilisé dans les amplificateurs nouveaux appelés « multiplicateurs d'électrons ». En principe, rien ne s'oppose à ce que ces amplificateurs soient utilisés pour les mêmes fonctions que les amplificateurs ordinaires à lampes. Néanmoins, les multiplicateurs d'électrons sont encore presque uniquement réservés comme préamplificateurs à la suite des cellules photoélectriques en général, et de celles utilisées en télévision en particulier.

La forme la plus simple du multiplicateur est représentée par la figure 1. Le courant électronique à amplifier est créé par la cathode *a* devant laquelle se trouve une anode *b* rendue positive par rapport à la cathode et recouverte de la couche métallique spéciale. Chaque électron issu de la cathode se précipite vers la plaque *b* et y détermine l'apparition d'un certain nombre d'électrons secondaires (deux sur la figure 1). Ces électrons secondaires sont immédiatement attirés par l'anode suivante *c*, qui est à son tour positive par rapport à la plaque *b*. Ayant atteint la plaque *c*, les électrons venant de *b* y donnent naissance à un certain nombre d'électrons (quatre sur la figure 1). Ces derniers sont attirés instantanément par l'anode finale *d*, ayant à son tour un potentiel positif par rapport à l'anode *c* précédente. Ainsi, chaque électron émis par la cathode *a* donnera lieu à quatre électrons aboutissant à la plaque finale *d*. Notre schéma permet donc d'amplifier quatre fois le courant produit par la cathode *a*. Il est évident que rien ne s'oppose, au moins théoriquement, à ce que le nombre des plaques intermédiaires soit beaucoup plus élevé et l'amplification produite plus considérable.

Toutefois, au point de vue de la réalisation pratique, on conçoit facilement que, pour être efficace, le multiplicateur d'électrons doit posséder les qualités suivantes. Tout d'abord, il doit produire un grand nombre d'électrons secondaires pour chaque élec-

tron primaire. Ceci dépend de la matière utilisée pour recouvrir les surfaces d'anodes. Dans les multiplicateurs les plus récents, on emploie des plaques en argent recouvertes de caesium partiellement oxydé. Les plaques ainsi préparées permettent une émission de 7 ou 8 électrons secondaires pour chaque électron primaire. En outre, il faut assurer l'éloignement rapide des électrons secondaires — au fur et à mesure de leur « naissance » — de la zone active bombardée par les électrons primaires. En effet, les électrons secondaires stationnant devant la plaque risquent de produire un champ négatif parasite susceptible de repousser les électrons primaires se dirigeant vers la plaque. Enfin, il faut également concentrer le faisceau électronique quittant la plaque qui lui donne naissance, de façon à éviter sa dispersion, due à la répulsion mutuelle des électrons tous chargés négativement.

Voici comment on satisfait à ces conditions dans les appareils actuels dont la réalisation est due, en grande partie, à l'ingénieur américain Zworykine. Les uns font appel à des champs électrostatiques, tandis que les autres ont recours à des champs magnétiques.

Parmi les

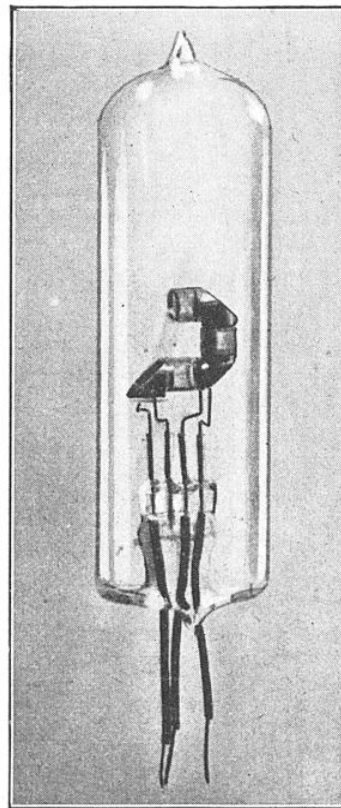
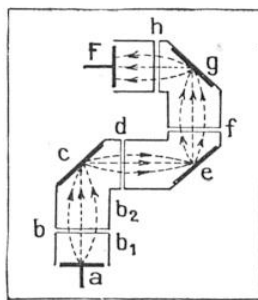


FIG. 2 ET 3. — MULTIPLICATEUR D'ÉLECTRONS A TROIS ÉTAGES D'AMPLIFICATION, TYPE EN « L »
A gauche, schéma de l'appareil : *a*, cathode ; *c, e, g*, surfaces de réflexion ; *b, d, f, h*, lentilles électroniques ; *F*, anode finale. — A droite, photographie du multiplicateur.

premiers, il faut signaler le type « L » et le type « T » qui diffèrent surtout par la forme mécanique de leurs plaques déviateurs.

Dans le type « L », les électrons issus de la cathode (a, fig. 2) — qui peut être soit une cathode incandescente, soit une plaque d'un élément photoélectrique — sont happés par le champ d'une « lentille électronique » (b, fig. 2) et dirigés vers la première surface de choc (c, fig. 2). Cette lentille est constituée par deux cylindres métalliques (b_1 et b_2 , fig. 2) légèrement écartés l'un de l'autre et chargés à des potentiels différents convenablement choisis. Sous l'action des lignes de force concentriques du champ ainsi créé, les électrons sont dirigés suivant l'axe du tube b. Ils frappent la première surface de choc, ou « cible » — comme l'appellent les ingénieurs américains et anglais. La surface de la « cible » émet alors des électrons secondaires. Leur nombre, avons-nous dit, atteint, pour certaines

surfaces traitées spécialement, sept ou huit fois celui des électrons primaires. Les électrons issus de la surface c sont immédiatement entraînés par une deuxième lentille électronique (d, fig. 2) vers la « cible » e qui, à son tour, devient émettrice et ainsi de suite. Afin de faciliter l'évacuation des électrons secondaires, la surface de chaque « cible » est inclinée de 45° par rapport à la direction de l'arrivée des électrons primaires. En supposant que chaque impact d'électrons sur une surface donne naissance à un courant d'électrons huit fois supérieur, on voit immédiatement que ce multiplicateur à trois étages permet d'obtenir une amplification de $8 \times 8 \times 8 = 512$ fois du courant primaire.

Les multiplicateurs du type en « T » se distinguent essentiellement du type précédent par une meilleure délimitation des champs d'électrons primaires et secondaires,

ce qui permet d'obtenir des courants plus importants. Dans ce type (fig. 4), la surface de choc est normale à la direction d'arrivée des électrons (c, fig. 4). Avec ces appareils, le champ électrique créé par les lentilles est beaucoup plus intense que dans ceux du type « L », grâce à l'application d'une tension pouvant atteindre 300 et 400 V entre les divers éléments successifs du multiplicateur.

Dans le type « T », comme dans le type « L », les électrons secondaires issus de la première surface de choc sont donc dirigés vers la deuxième surface (e, fig. 4). L'émission secondaire de cette dernière est dirigée vers la troisième surface et ainsi de suite.

En principe, rien ne s'oppose à l'augmentation du nombre des étages. Néanmoins, dans les multiplicateurs à grand nombre d'étages, du type électrostatique, exigeant

une tension de plus en plus élevée au fur et à mesure de l'augmentation du nombre des surfaces de choc, on a recours simultanément à des champs magnétiques et à des champs électrostatiques.

Supposons que c (fig. 6) soit la cathode de notre multiplicateur. Celui-ci étant utilisé principalement pour l'amplification des faibles variations de courant provenant de cellules photoélectriques, cette cathode n'est pas incandescente mais recouverte d'une couche photosensible. Sous l'influence de la lumière, elle émet une certaine quantité

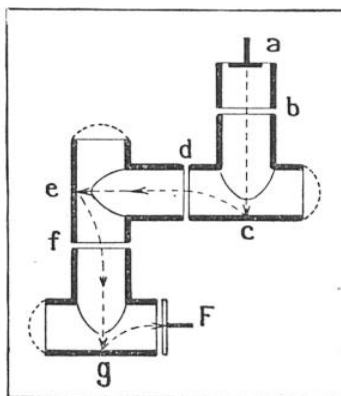
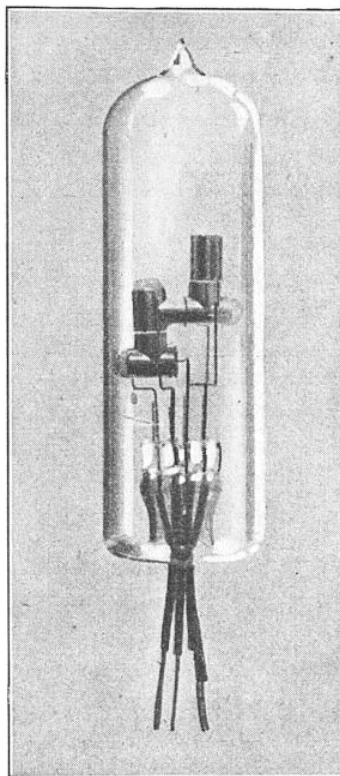
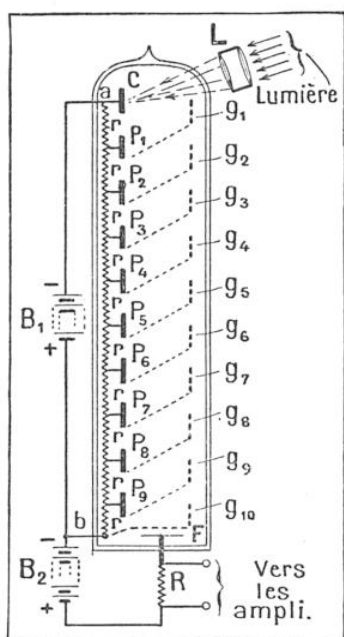


FIG. 4 ET 5. — MULTIPLICATEUR D'ÉLECTRONS A TROIS ÉTAGES D'AMPLIFICATION, TYPE EN « T »

A gauche, schéma de l'appareil : a, cathode ; c, e, g, surfaces de réflexion ; b, d, f, lentilles électroniques ; F, anode finale. Ce type de multiplicateur présente un champ électrique plus intense que celui en « L », grâce à l'emploi des tensions plus élevées qu'il autorise. La forme des éléments permet une évacuation plus rapide des électrons secondaires. — A droite, photo du multiplicateur.

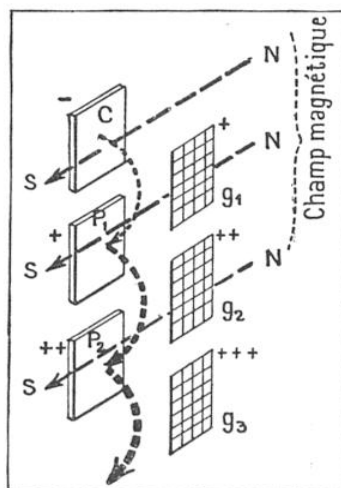




R, résistance d'utilisation ; L, lentille concentrant la lumière sur la cathode C, qui est supposée ici être celle d'une cellule photoélectrique.

d'électrons dont le nombre est proportionnel à l'éclairement.

Devant la cathode se trouve une grille g_1 et, à côté, la première plaque réflectrice P_1 . La grille et la plaque sont réunies ensemble par une connexion intérieure et portées à un potentiel positif par rapport à la cathode (fig. 6). De plus, un champ magnétique, perpendiculaire en même temps à l'axe de



tillé C, P_1 , P_2 ... Les plaques et grilles portant le même indice ($P_1 g_1$, $P_2 g_2$, etc.) sont au même potentiel. Ce potentiel positif croît à chaque étage.

FIG. 6. — SCHÉMA D'UN MULTIPLI-CATEUR A DIX ÉTAGES UTILISANT SIMULTANÉMENT LES CHAMPS ÉLECTRIQUE ET MAGNÉTI-QUE

a, b, potentiomètre rendant les plaques P_1 , P_2 ... P_9 de plus en plus positives au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la cathode C. B_1 , B_2 , sources de haute tension ; g_1 , g_2 ... g_{10} , grilles positives auxiliaires ; F, anode finale ;

FIG. 7. — DÉTAIL DE FONCTIONNEMENT DU MULTIPLI-CATEUR

Les électrons issus de la cathode C sont attirés par la grille g_1 , mais sont déviés par le champ magnétique NS, vers la plaque P_1 . De même pour ceux émis par P_1 , P_2 , etc., de sorte que le courant électronique suit la courbe en poin-

tube et au sens de mouvement des électrons, est appliqué à l'espace compris entre la plaque et la grille. Ce plan est donc perpendiculaire au plan du dessin (NS sur la figure 7).

Les électrons issus de la cathode sont violemment attirés par la grille positive g_1 ; mais, sous l'influence du champ magnétique perpendiculaire, ils suivent une trajectoire courbe aboutissant à la première plaque réflectrice P_1 . Comme la cathode C, la plaque P_1 a devant elle une grille g_2 reliée à la deuxième plaque réflectrice P_2 , toutes deux chargées positivement par rapport à la première plaque P_1 . Comme précédemment, les électrons secondaires émis par P_2 sont déviés vers la troisième surface réflectrice P_3 et ainsi de suite. Le tube contient en tout dix plaques réflectrices et, par conséquent, le flux électronique issu de la cathode initiale se trouve multiplié dix fois de suite. Le courant électronique de la dernière plaque P_9 est enfin dirigé vers la plaque finale F et revient vers la borne positive de la batterie B_2 , à

travers la résistance d'utilisation R. Si chaque surface réfléchissante ne produit seulement que 5-6 électrons secondaires pour chaque électron primaire, on arrive à une amplification totale supérieure à 20 000 000 (vingt millions !). Cela signifie qu'un faible courant

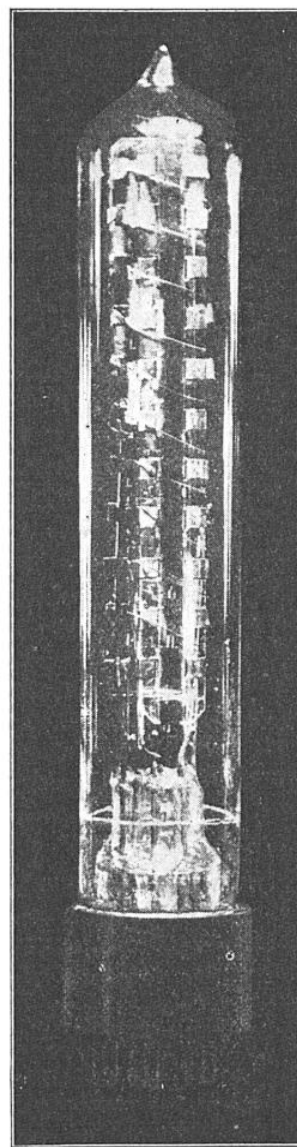


FIG. 8. — PHOTOGRAPHIE DU MULTIPLI-CATEUR D'ÉLECTRONS A DIX ÉTAGES

instantané, provenant d'une cellule photo-électrique utilisée en télévision, de l'ordre de $1/1\ 000\ 000\ 000$ d'ampère, atteindra à la plaque finale une intensité de quelques milliam-pères (1). Signalons enfin que le « multiplicateur d'électrons » ne possède aucune inertie et que, par suite, toute fluctuation du courant issu de la cathode se traduira instantanément par une variation du courant traversant la résistance R , autrement dit par une variation de potentiel aux bornes de cette dernière.

Quels sont les avantages principaux d'un amplificateur à multiplication d'électrons par rapport à un amplificateur à lampes ? Tout d'abord, celui-ci exige, pour une même amplification, un nombre d'étages considérable, c'est-à-dire un grand nombre de lampes, de circuits, de lignes d'alimentation, de capacités, de résistances et de blindages. Par conséquent, le multiplicateur présente un encombrement beaucoup plus faible et on peut le soustraire très aisément aux influences d'un champ perturbateur extérieur. Ensuite, il y a lieu de noter la facilité avec laquelle le multiplicateur amplifie aussi bien les courants des fréquences les plus élevées que les fréquences les plus lentes. Le coefficient d'amplification d'un multiplicateur est pratiquement constant, aussi bien pour les impulsions du courant continu que pour les oscillations de plusieurs centaines de mégacycles.

Mais l'avantage principal du multiplicateur est le faible niveau du « bruit de fond », cet ennemi de tout amplificateur H. F. à lampes. En effet, grâce à l'absence d'éléments de couplage et de multiples cathodes incandescentes, le rapport entre le

(1) L'énergie nécessaire est fournie par les batteries B_1 et B_2 .

	Signal incident	Signal dû à la réaction ou à la contre-réaction	Signal aux bornes d'entrée	
A				Sans réaction
B				Avec la réaction
C				Avec la contre-réaction

FIG. 9. — PLANCHE MONTRANT L'EFFET DE LA RÉACTION ET DE LA CONTRE-RÉACTION
En A, sans réaction, la tension E aux bornes d'entrée est égale à celle du signal incident. En B, la tension E est égale à la somme $e_1 + e_2$ de celles du signal incident et de la réaction. En C, la tension E est égale à la différence $e_1 - e_2$ de celles du signal incident et de la contre-réaction.

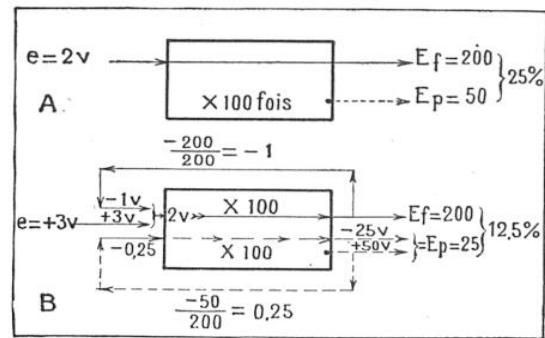


FIG. 10. — PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE LA « CONTRE-RÉACTION »

A) Un appareil imparfait amplifiant 100 fois la tension $e = 2\text{ V}$ donne à la sortie une tension utile $E_f = 200\text{ V}$, de même fréquence que e et une tension parasite $E_p = 50\text{ V}$ de fréquence quelconque. — B) Le même amplificateur sur lequel nous appliquons une contre-réaction égale à 1 V ($1/200$ de la tension de sortie). Tout d'abord, pour conserver à l'entrée de l'appareil une tension de 2 V , il faut porter à 3 V celle du signal incident. Nous avons donc toujours $E_f = 200\text{ V}$. En ce qui concerne la tension parasite, la contre-réaction est égale à $50/200 = 0,25\text{ V}$. A la sortie, la tension parasite E_p n'est plus que de 25 V , soit $12,5\%$ de E_f , au lieu de 25% sans contre-réaction.

bruit de fond et le signal utile est diminué de 60 à 100 fois par rapport à celui d'un appareil à lampes produisant une amplification H. F. semblable. Cependant, bien que les amplificateurs à multiplication puissent être utilisés partout où on applique les amplificateurs à lampes, le champ de leur emploi est encore limité au domaine des courants issus des cellules photoélectriques utilisés notamment en télévision.

Qu'est-ce que la « contre-réaction » ?

On sait que la plus grande partie de la distorsion observée dans les radiorécepteurs est introduite par les amplificateurs B. F., qui non seulement amplifient d'une façon inégale les diverses fréquences musicales, mais encore ajoutent des harmoniques à chaque son amplifié.

Le principe de la « contre-réaction » — ou, comme disent les Anglo-Saxons, du « negative feed-back » — semble apporter un remède particulièrement efficace à cette carence des amplificateurs. On comprend, en effet, toute la valeur d'un procédé qui permet à un amplificateur de corriger lui-même ses propres défauts.

Voici comment fonctionne la contre-réaction. Considérons un amplificateur basse fréquence imparfait : il reçoit, à ses bornes

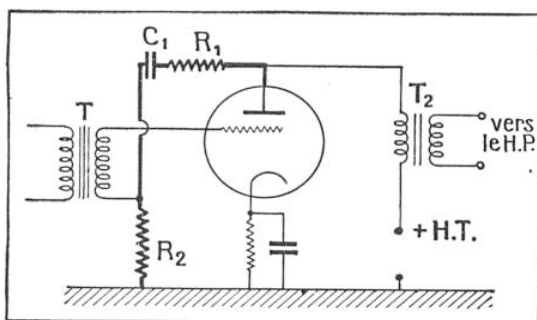
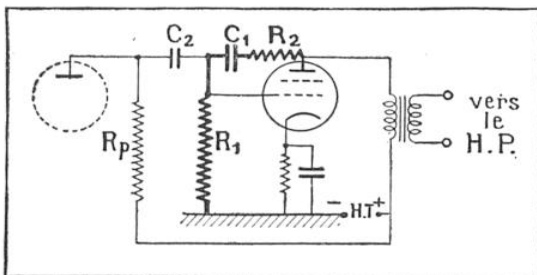


FIG. 11. — MONTAGE DE LA CONTRE-RÉACTION DANS L'ÉTAGE FINAL D'UN AMPLIFICATEUR A COUPLAGE PAR TRANSFORMATEUR

d'entrée, une faible tension alternative e correspondant à une fréquence musicale quelconque ; aux bornes de sortie, nous trouvons non seulement cette tension alternative e amplifiée N fois ($Ef = N \times e$, fig. 10), mais aussi une tension alternative parasite Ep correspondant à une fréquence multiple de la fréquence fondamentale. Appliquons à notre amplificateur la contre-réaction ou « feed-back ». Pour cela, faisons agir sur les bornes d'entrée de l'appareil une partie de la tension alternative recueillie entre les bornes de sortie.

Mais tandis que, dans le cas de la réaction classique utilisée pour le renforcement, on s'arrange pour que la tension alternative due à la réaction soit à chaque moment « en phase » avec la tension alternative initiale appliquée aux bornes d'entrée (1) ; dans le cas de la contre-réaction, au contraire, la tension alternative due à cette dernière est à chaque moment du signe opposé à celui de la tension alternative entrante. Dans ces conditions, non seulement



(1) C'est-à-dire que les deux demi-périodes positives et négatives de la tension due à la réaction sont, à chaque moment, du même signe que les demi-périodes de la tension initiale. Les tensions s'ajoutent et la réaction produit un renforcement.

FIG. 12. — MONTAGE DE LA CONTRE-RÉACTION DANS L'ÉTAGE FINAL D'UN AMPLIFICATEUR A COUPLAGE PAR RÉSISTANCE

la contre-réaction ne peut renforcer les oscillations entrantes, mais, au contraire, elle les affaiblit.

Etudions d'une façon plus détaillée le fonctionnement d'un amplificateur muni de contre-réaction. Celle-ci amènera évidemment aux bornes d'entrée les deux tensions (au moins) existant aux bornes de sortie. Une de ces tensions provient de la tension alternative amplifiée Ef correspondant à la fréquence fondamentale, tandis que l'autre est due à la fréquence parasite Ep . A l'entrée de l'appareil sont donc appliquées : 1° La tension alternative initiale à amplifier e , de fréquence donnée ; 2° la tension alternative plus faible due à la contre-réaction, ayant la même fréquence que la tension initiale, mais dont le sens est constamment opposé

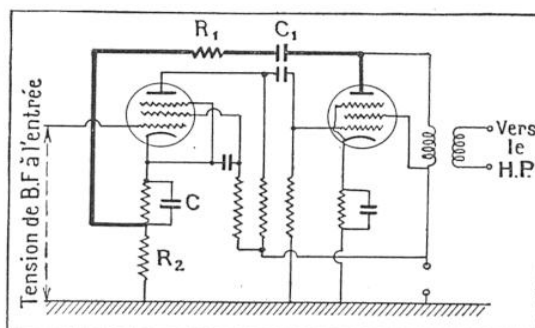


FIG. 13. — MONTAGE DE LA CONTRE-RÉACTION SUR UN AMPLIFICATEUR A 2 LAMPES

à cette dernière ; 3° la tension alternative due également à la contre-réaction, mais présentant la fréquence parasite recueillie à la sortie.

Les deux premières tensions alternatives, de même fréquence, se retranchent l'une de l'autre, et la tension initiale e étant la plus forte annule la tension alternative due à la contre-réaction. Seul, le surplus de la tension initiale se présente à l'entrée de l'amplificateur. La tension à l'entrée étant ainsi diminuée considérablement, la tension de sortie devient aussi plus faible. Au point de vue du son fondamental, tout se passe comme si le coefficient d'amplification de l'appareil avait diminué (1).

Il n'en est pas de même pour la composante de la troisième tension alternative qui, avec sa fréquence parasite, est également présente à l'entrée. Ne rencontrant aucune tension alternative ayant la même fréquence qu'elle, cette composante de la contre-réaction ne se trouve pas annulée

(1) Il suffit en effet d'accroître la tension à l'entrée pour obtenir la même tension de sortie qu'auparavant.

comme l'a été la composante fondamentale. Elle est donc amplifiée intégralement par l'appareil. Si la valeur de la contre-réaction est suffisante, cette tension parasite amplifiée peut alors créer, à la sortie de l'appareil, une tension alternative susceptible d'affaiblir considérablement, sinon annuler, la tension alternative parasite créée par l'amplificateur puisqu'elle est en opposition de phase avec elle.

Prenons un exemple numérique. Supposons un appareil amplifiant 100 fois et recevant à l'entrée une tension musicale e de 2 V. A la sortie, nous trouvons donc $Ef = 2 \times 100 = 200$ V, et, de plus, une composante parasite Ep que nous supposons de 50 V (figure 10). Comme on le voit, notre amplificateur est particulièrement mauvais, car, pour une tension utile de 200 V, il donne 50 V, soit 25 % de tension parasite. Établissons maintenant une contre-réaction ramenant vers l'entrée une contre-tension égale à 1 V, soit $1/200$ de la tension alternative recueillie à la sortie de l'appareil. Examinons, premièrement, la fréquence utile.

Nous avons à l'entrée, d'un côté, la tension alternative entrante égale à 2 V, et de l'autre, la tension alternative de 1 V due à la contre-réaction et opposée, à chaque instant, aux oscillations entrantes de 2 V. La tension aux bornes d'entrée passera de 2 V à 1 V ($2 - 1 = 1$). Pour éviter l'affaiblissement du signal aux bornes d'entrée, il suffit d'augmenter l'amplitude du signal entrant jusqu'à 3 V. A ce moment, nous aurons aux bornes d'entrée, comme auparavant, la tension alternative de 2 V ($3 - 1 = 2$) et, par conséquent, à la sortie, 200 V pour le signal utile.

Que se passe-t-il pendant ce temps avec le signal parasite ? L'amplificateur crée toujours une tension alternative parasite de 50 V ; $1/200$ de cette tension, soit, 0,25 V, est reportée à l'entrée de l'amplificateur. Ne rencontrant à l'entrée aucune tension alternative ayant sa fréquence, cette composante de la contre-tension est amplifiée 100 fois et donne à la sortie une contre-

tension alternative de 25 V, dont la fréquence est égale à la fréquence de l'oscillation parasite mais opposée à chaque moment à cette dernière. En se combinant avec celle-ci, elle la ramènera à 25 V ($50 - 25 = 25$). Nous trouvons en définitive à la sortie, comme avant, une tension alternative utile de 200 V, mais une tension parasite *deux fois moindre* (25 au lieu de 50 V).

N'oublions pas que si la tension d'entrée dans l'amplificateur n'avait pas été accrue, la tension à la sortie eût été diminuée, mais que le nouveau rapport entre le signal utile et le signal parasite aurait persisté.

Enfin, en choisissant le coefficient de contre-réaction égal à celui d'amplification, on pourrait annuler complètement l'oscillation parasite au prix évidemment d'une diminution encore plus considérable de l'amplification totale.

Enfin, si l'appareil amplifie une certaine fréquence plus que toutes les autres, on peut considérer cette amplification exagérée comme parasite, la réduire grâce à la contre-réaction et permettre à l'appareil d'amplifier toutes les fréquences d'une

façon semblable, c'est-à-dire sans distorsion.

Voici maintenant quelques circuits de contre-réaction réalisables avec les montages les plus employés.

Dans un amplificateur à une lampe, il faut superposer une partie de la tension développée entre la plaque et la terre à la tension de la grille d'entrée.

Si la lampe finale est couplée à la lampe précédente par un transformateur, on adoptera le montage (fig. 11) comportant deux résistances R_2 et R_1 branchées en potentiomètre entre la plaque de la lampe finale et la masse (1). La tension totale étant développée entre la plaque et la masse, la fraction de cette tension transmise à la grille est donnée par le rapport de la résistance totale ($R_1 + R_2$) à la résistance R_2 . On choisira la résistance R_1 assez grande pour

(1) La capacité C_1 doit être prévue pour empêcher la mise à la masse de la haute tension. Le secondaire du transformateur est connecté entre les deux résistances R_1 et R_2 .

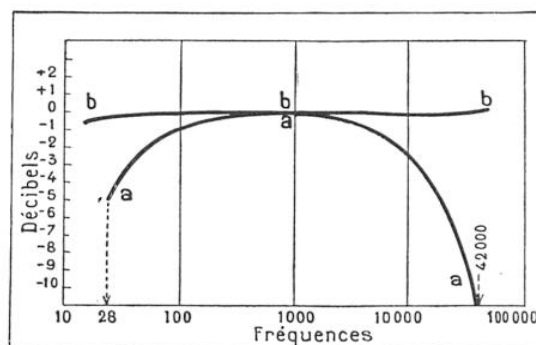


FIG. 14. — COURBES MONTRANT L'EFFET UTILE DE LA CONTRE-RÉACTION SUR UN AMPLIFICATEUR DE COURANTS

Sans contre-réaction, l'amplification figurée par la courbe aa varie beaucoup avec la fréquence. Au contraire, avec la contre-réaction, l'amplification (courbe b b) est presque indépendante de la fréquence des courants reçus.

éviter de diminuer trop la charge de la lampe.

Si le couplage est effectué par résistance, le montage à employer diffère du précédent (fig. 12), dans ce sens que la résistance R_1 déterminant la fraction de la tension totale utilisée pour la contre-réaction est remplacée par la résistance grille de la lampe finale. La deuxième résistance potentiométrique R_2 doit être, dans ce cas, très élevée.

Enfin, la figure 13 nous donne le montage à adopter dans le cas où la contre-réaction est appliquée à un amplificateur comprenant deux lampes.

L'efficacité du montage à contre-réaction bien monté est remarquable. Connue en principe depuis assez longtemps déjà, ce montage n'a été appliqué que récemment aux récepteurs et amplificateurs industriels. La courbe 14 nous permet d'apprécier l'amélioration apportée à l'amplificateur d'un poste récepteur par l'installation d'une contre-réaction sur deux lampes.

Le multiplicateur d'électrons et la contre-réaction nous offrent donc deux procédés d'amplification exempts de déformation assurant une fidélité remarquable.

C.-N. VINOGRADOW.

La Science et la Vie a consacré plusieurs études particulièrement documentées à l'emploi du gazogène pour la traction routière et ferroviaire (1) en utilisant comme carburant le bois, le charbon de bois, et aussi les agglomérées de charbon. L'Allemagne, qui possède plus de forêts que la France, est beaucoup mieux placée qu'elle pour le ravitaillement en combustibles solides de cette catégorie. De plus, en utilisant le « gaz des forêts » comme source d'énergie, elle diminue d'autant ses importations en combustibles et carburants. Aussi le Reich se préoccupe-t-il activement de développer l'usage du gazogène pour la locomotion mécanique (camions, autobus, etc.). Son territoire (couvert de près de 30 % de forêts) peut fournir annuellement au moins 30 millions de m³ de bois de chauffage dont la moitié ne trouve pas d'applications. De là à les utiliser pour alimenter les gazogènes... On pourrait ainsi équiper des véhicules industriels en grand nombre, non seulement en constituant des approvisionnements de bois et de charbon, mais aussi en récupérant les déchets ligneux (copeaux, etc.). Par suite, une nouvelle politique du bois est née en Allemagne, liée au développement du gazogène pour les applications variées (moteurs de traction, moteurs fixes, etc.). Non seulement le Reich estime qu'il pourra ainsi « propulser » au moins 200 000 véhicules industriels (aussi bien pour les besoins du commerce et de l'industrie que pour ceux de l'armée — qui sont liés du reste en vue de la mobilisation), mais aussi pour la navigation fluviale par péniches automotrices alimentées au gaz de bois. Déjà, des bateaux destinés à la circulation sur les canaux et les cours d'eau sont en construction, ce qui contribuera d'avantage encore à diminuer les achats à l'étranger de calories solides ou liquides qui grèvent si lourdement les finances du III^e Reich. En France, depuis plusieurs années, des résultats concluants ont été obtenus (camions militaires, véhicules industriels et de transports en commun), mais le problème qui subsiste est celui du ravitaillement, tant au point de vue de son organisation qu'à celui des approvisionnements. Notre pays, en temps normal comme en cas de conflit, sera-t-il en mesure de fournir le « carburant solide » en quantité suffisante pour répondre à la demande d'une politique du gazogène intensifiée (2) ? C'est un sujet sur lequel il y aura lieu de revenir.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 221, page 377.

(2) Au point de vue technique, il reste encore quelques problèmes à résoudre. Nul doute que des solutions vraiment pratiques ne soient rapidement mises au point. Nous aurons l'occasion d'y revenir à propos des manœuvres qui auront lieu sans doute encore cette année pour se rendre compte de l'emploi de camions à gazogène aux armées. Des enseignements précieux à cet égard ont été recueillis en 1936, qu'il ne faudrait pas oublier à l'avenir.

LA RÉALISATION PRATIQUE DU CINÉMA EN COULEURS MARQUE UNE NOUVELLE ÉTAPE : LES FILMS GAUFRÉS

Par Jean MARCHAND

INGÉNIEUR I. E. G. — LICENCIÉ ÈS SCIENCES

L'obtention de projections cinématographiques en couleurs naturelles résultant de la superposition de trois couleurs convenablement choisies (trichromie) a suscité de multiples recherches, qui ont abouti à plusieurs procédés dont celui du film gaufré s'est révélé, à la fois, comme l'un des plus simples et comme l'un des plus fidèles (1). Mais son exploitation commerciale était jusqu'ici retardée par une sérieuse difficulté : tirer des copies du film obtenu. Ce problème, dont dépend pour une large part l'avenir du cinéma en couleurs, vient d'être enfin résolu. En Allemagne et en France, l'étude scientifiquement poursuivie des phénomènes optiques accompagnant et la prise de vues, et la copie, et la projection des films, a permis de franchir une nouvelle étape vers l'application « industrielle » d'un véritable procédé de cinéma en couleurs naturelles. D'une part, on sait maintenant supprimer le « moirage » — source de tant d'inconvénients — qui résultait (dans le cas du tirage de copies par simple contact) du passage des rayons lumineux à travers les gaufrages des films ; d'autre part, on est parvenu à se libérer aussi des inconvénients provenant de la mauvaise utilisation des systèmes optiques utilisés jusqu'ici à l'enregistrement et à la copie, qui se traduisaient notamment par une diminution considérable de la clarté des films projetés et exigeaient, en outre, une installation spéciale et onéreuse des salles.

L'EXPLOITATION industrielle du cinéma en couleurs naturelles dépend encore — on l'a vu ici — de la reproduction à un nombre quelconque d'exemplaires du film original. Le procédé du film gaufré, notamment (1), a donné lieu dans ce sens à de patientes recherches tenues longtemps secrètes. Elles ont abouti récemment en Allemagne et en France à des solutions dont le principe, bien que peu compliqué, ne saurait cependant être bien compris sans nous remémorer en quoi consiste le mécanisme de l'enregistrement et de la projection en couleurs au moyen du film gaufré.

Comment le film gaufré permet la reproduction sur l'écran des couleurs naturelles

Le film gaufré imaginé par M. Rodolphe Berthon est constitué par un support cellulosique dont une face (opposée à celle qui regarde l'objectif), reçoit l'émulsion panchromatique (sensible à toutes les couleurs). Sur l'autre face est imprimé un gaufrage formant sur sa superficie une multitude de

lentilles microscopiques (1/24 mm environ). Pour sélectionner les couleurs de l'objet photographié, l'objectif de prise de vues comporte un écran-filtre divisé en trois zones teintes respectivement en vert, en rouge et en bleu. Chaque zone arrête, par conséquent, les radiations lumineuses autres que celles correspondant à sa couleur propre (1). Cet objectif formerait ainsi, sur un film ordinaire, une image de l'objet, ou plutôt trois images superposées, l'une provenant du passage des radiations vertes émises par cet objet, l'autre correspondant aux radiations rouges, la troisième aux radiations bleues. Mais voici comment ces trois images sont sélectionnées par le réseau lenticulaire du film spécial (fig. 1). Chaque lentille élémentaire, placée au foyer de l'objectif, donne de l'écran-filtre E' une image $V'R'B'$ située sur l'émulsion panchromatique. Dans ces conditions, la surface élémentaire d'émulsion située derrière une des lentilles du gaufrage se divise automati-

(1) C'est le principe de la trichromie d'après lequel on peut reconstituer, au moyen de trois couleurs convenablement choisies toutes les teintes d'un objet.

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

quement en trois éléments représentant chacune l'image d'une zone de l'écran-filtre.

Il en résulte que toutes les radiations vertes, par exemple, ne viennent frapper que le tiers de la surface sensible, les rouges un autre tiers, les bleues le troisième tiers. En définitive, les trois images de l'objet données par l'objectif à travers l'écran-filtre ne sont plus superposées sur la couche sensible, mais décomposées en autant de fois trois éléments juxtaposés qu'il y a de lentilles sur le gaufrage. Au développement du film, qui s'effectue par les moyens ordinaires, on obtiendrait sur un négatif un réseau formé par les images de l'écran-filtre (une par lentille du film), chacune d'elles comportant trois zones plus ou moins opaques, selon qu'elles ont reçu davantage de rayons verts, rouges ou bleus. A l'inversion, qui transforme le film en positif (noir et blanc), ces zones deviennent au contraire d'autant plus transparentes que la partie correspondante du négatif eut été plus opaque.

Comment, à la projection, les couleurs réelles de l'objet vont-elles se reconstituer ? Très simplement, en vertu du principe d'optique bien connu de la *réversibilité de la marche des rayons lumineux* (1). Eclairons donc le film positif noir et blanc au moyen d'une source lumineuse blanche. Les faisceaux qui traversent chaque élément de ce film (plus ou moins intenses, selon la transparence de l'élément) sont dirigés, par les lentilles microscopiques du gaufrage, vers la zone de l'écran-filtre (verte, rouge ou bleue) dont l'élément est l'image. Ces faisceaux se colorent donc en vert, rouge ou bleu et l'objectif principal les fait converger au point de l'écran de projection où la combinaison des trois

(1) Si un objet lumineux S donne à travers un système optique quelconque une image S' , inversement un objet lumineux placé en S' et égal à cette image donne à travers le même système optique une image située en S et égale à l'objet primitif S .

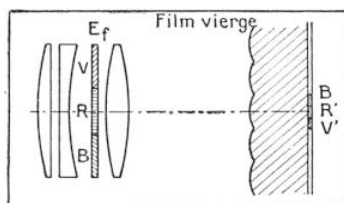


FIG. 1. — PRINCIPLE DU FILM GAUFRÉ R. BERTHON

(Voir l'explication dans le texte.)



FIG. 2. — PHOTOGRAPHIE, SANS RETOUCHE, MONTRANT LE MOIRAGE OBTENU À LA COPIE D'UN FILM GAUFRÉ PAR SIMPLE CONTACT

couleurs primaires reforme la couleur réelle du point photographié. Toutefois, le problème du tirage de copies présentait encore de sérieuses difficultés.

Comment on a réussi, en Allemagne, le tirage de copies d'un film gaufré

On a tout d'abord essayé, pour le tirage des copies, le procédé par simple contact du film gaufré original et du film vierge (également gaufré) comme pour les films ordinaires. Les résultats obtenus furent loin d'être satisfaisants. En effet, à travers les deux réseaux des lentilles microscopiques des gaufrages (qu'il est, on le conçoit, extrêmement difficile de faire coïncider exactement) les ondes lumineuses provenant de la source

utilisée et qui ont traversé les trois éléments (correspondant au vert, au rouge et au bleu), situés derrière une lentille du gaufrage, arrivent, en se superposant, soit à s'additionner pour donner des zones d'éclairement intense, soit à se soustraire, d'où des zones plus sombres, régulièrement réparties. C'est le phénomène bien connu des interférences (2) qui provoque ainsi un *moirage* (fig. 2), rendant impossible la projection du film.

Le procédé mis au point en Allemagne pour atteindre le but visé évite ces difficultés en utilisant un dispositif comportant trois objectifs de petite ouverture, un pour chacune des trois couleurs fondamentales. Chaque objectif reçoit donc les faisceaux élémentaires provenant du flux lumineux issu de la source commune de lumière qui a traversé les éléments du film (correspondant au vert, au rouge et au bleu) et les lentilles du gaufrage.

Chacun de ces objectifs projette sur le gaufrage du film-copie (situé à la même distance que le film original) une image égale à la vue de l'original que les lentilles du film-copie transforment à leur tour en

(1) Voir *La Science et la Vie* n° 97, page 19.

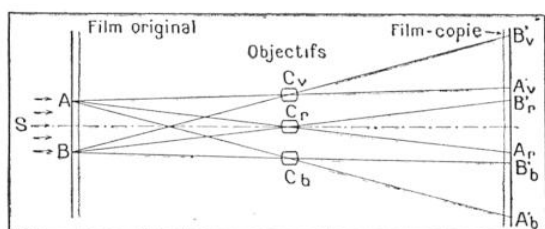


FIG. 3. — A LA COPIE, TROIS OBJECTIFS C_v , C_r , C_b , PLACÉS AU CENTRE DES ZONES TEINTÉES DE L'ÉCRAN-FILTRE, DONNENT TROIS IMAGES DISTINCTES $A'v B'v$, $A'r B'r$, $A'b B'b$ DU FILM ORIGINAL AB ÉCLAIRÉ PAR S

éléments occupant sur l'émulsion de la copie le tiers de la surface sensible correspondant à chaque lentille. Si l'objet photographié est multicolore, deux autres objectifs reçoivent uniquement les faisceaux provenant des éléments rouges et bleus de l'original et donnent sur la copie de nouveaux éléments égaux aux originaux, donc occupant chacun un autre tiers de la surface sensible. Mais les images monochromes complètes du sujet photographié, ainsi projetées sur la copie, ne sont pas superposées (fig. 3). Cette condition est cependant indispensable pour que, sur la copie, les éléments monochromes soient juxtaposés comme sur l'original. Ce résultat peut être aisément obtenu à l'aide de miroirs convenablement disposés (fig. 4).

La correction chromatique et l'éclairage du film copie

Mais on s'est aperçu bientôt que, si l'on tire une copie d'un film gaufré sans précautions spéciales, un effet d'optique se produit qui fausse la sensation de la couleur perçue par l'œil. Ainsi, lors de la projection successive de deux bandes (collées au montage du film) correspondant, l'une à une prise de vue le soir, l'autre à une prise de vue

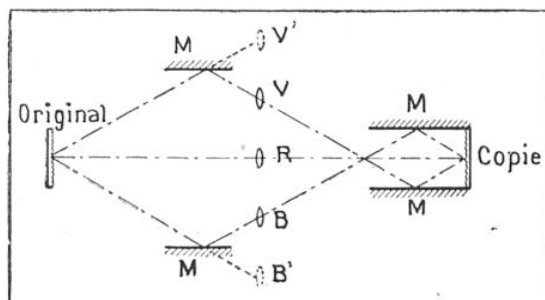


FIG. 4. — UN SYSTÈME DE MIROIRS M PERMET DE SUPERPOSER, SUR LA COPIE, LES TROIS IMAGES DISTINCTES DE LA FIGURE CI-DESSUS

effectuée à midi, la première donne à l'œil une impression dominante de rouge (1). L'œil s'adaptant à la couleur principale d'une image pourrait, au passage à une autre image différente, voir tout d'abord la couleur complémentaire de la première. Pour éviter cet inconvénient, la tireuse Siemens mise au point en Allemagne permet de régler les faisceaux « verts », « rouges » et « bleus » indépendamment les uns des autres. A cet effet, un film copie, réalisé sans correction, est projeté sur un écran avec un objectif muni d'un obturateur réglable dans chaque zone, verte, rouge ou bleue. Le chef de la couleur, par la manœuvre d'un régulateur unique agissant électriquement sur les

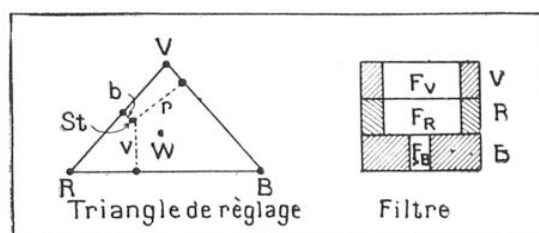


FIG. 5. — PRINCIPE DU RÉGLAGE DES OBTURATEURS POUR LA COPIE DU FILM

A chaque instant, l'ouverture des obturateurs F_v , F_r , F_b est proportionnelle aux distances du point v aux côtés du triangle VRB . La position de ce point v , qui varie avec chaque tronçon de film, est repérée sur un film-pilote. Par la suite, celui-ci corrige automatiquement toutes les copies.

trois obturateurs, compense les défauts observés. Les diverses positions correctrices de son régulateur (fig. 5) sont notées sur un tableau lumineux. D'après ces indications, un film-pilote est perforé de telle sorte qu'il commandera automatiquement le régulateur lors du tirage d'une autre copie. Celle-ci sera donc corrigée au point de vue chromatique et pourra être projetée sur un écran.

L'éclairage pour la projection

Tout n'est pas dit cependant. A la projection dans une salle de cinéma, la division du faisceau lumineux en trois faisceaux colorés (tenant compte de la densité de l'écran-filtre de projection) fait paraître la projection d'un film en couleurs gaufré plus sombre que celle d'un film noir et blanc. Il faut donc mettre en œuvre des moyens d'éclairage plus puissants. C'est pourquoi des lampes à arc spéciales ont été mises au

(1) Ceci provient de la différence dans la composition chromatique de la lumière aux diverses heures.

point, différentes pour les petits et les grands cinémas, dans lesquelles la totalité du flux lumineux est réellement utilisée pour la projection. Ainsi, pour une intensité de 60 ampères, la densité lumineuse atteint 800 bougies par m².

Signalons encore un nouvel écran, dont la surface est constituée par une mince feuille métallique dans laquelle ont été aménagés par emboutissage de petits miroirs concaves réfléchissant toute la lumière reçue uniquement vers les fauteuils occupés par les spectateurs. Toute perte résultant de la diffusion lumineuse vers le plafond ou les murs de la salle se trouve ainsi supprimée (la clarté de la projection en est environ triplée).

Voici les conditions indispensables pour réaliser une copie par projection optique

La copie d'un film gaufré par projection optique présente, avons-nous vu, de sérieuses difficultés. En effet, en dehors de la suppression du moirage, problème capital dont nous venons d'exposer une solution (1), la cinématographie en couleurs, comme du reste celle en noir et blanc, doit, pour entrer en exploitation commerciale, pouvoir s'accommoder de la copie à des « grandissements »

(1) On peut aussi éviter ce phénomène en installant, par exemple, entre les films, au voisinage de l'un d'eux, une glace à faces parallèles oscillant sous faible amplitude.

quelconques (1), quel que soit le format utilisé pour le film original. Ici surgissent de graves obstacles. Tout d'abord, dès la prise de vues, la couleur se révèle plus exigeante que le noir et blanc. Il est nécessaire, en effet, que l'écran-filtre de l'objectif soit entièrement et correctement

« vu » de tous les points de la surface du film, sans occultations partielles par les montures (2). Cette condition définit ainsi l'ouverture utilisable maximum de l'objectif (3).

D'autre part, la prise de vues ne peut s'effectuer sans trousse d'objectifs, c'est une nécessité inéluctable du métier de cinéaste. Or, l'ouverture utilisable de chaque objectif déterminée comme ci-dessus, évidemment fonction de ses caractéristiques optiques, définit celle des faisceaux élémentaires trichromes enregistrés avec lui (fig. 7). Par conséquent, pour que, à la projection du film original, avant toute copie, l'écran-filtre

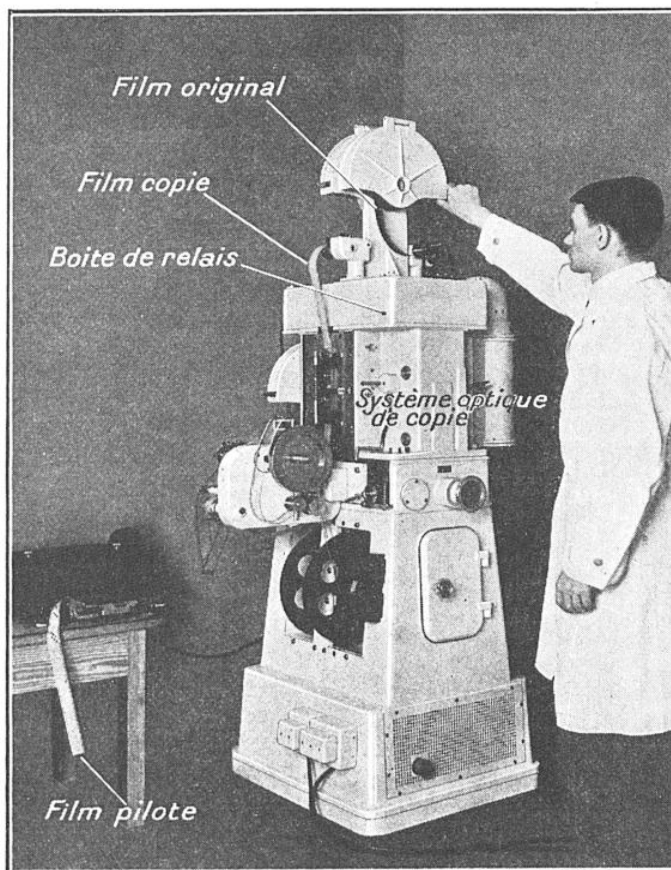


FIG. 6. — VUE DE LA TIREUSE « SIEMENS-BERTHON » POUR LA REPRODUCTION DES FILMS GAUFRÉS

A chaque changement de tronçon du film original, marqué par une encoche, le film-pilote se déplace jusqu'aux perforations suivantes qui, au moyen de relais électromagnétiques, assurent le réglage des obturateurs des objectifs de copie.

(1) La réduction, par exemple, est indispensable pour ménager la piste sonore sur la copie si, pour l'utilisation la plus avantageuse des objectifs de prise de vues, on a adopté le format normal 18×24 mm pour le film original (le format du film sonore étant de 15×21 mm), ou encore, par exemple, pour tirer aux formats du cinéma éducateur ou d'amateur des films de format commercial.

(2) Effet classique de l'œil de chat qui s'opposerait à ce que les trois zones teintées du filtre dirigent vers tous les points la même quantité de lumière.

(3) Ouverture toujours plus faible que dans le cas d'application du même objectif au noir et blanc, pour éviter cet effet d'œil de chat, et ceci aura son retentissement sur la copie.

associé à l'objectif de projection soit traversé correctement par les faisceaux élémentaires provenant de ce film éclairé en lumière blanche, il faudrait changer d'écran-filtre de projection avec les divers tronçons du film original provenant d'objectifs de prise de vues différents (1). Bien entendu, il en serait de même pour le film-copie qui, par tronçons, reproduirait fidèlement l'original. En vue d'échapper à cette sujétion, on a été conduit à aligner l'ouverture de tous les objectifs de prise de vues choisis dans les trousseaux du commerce sur une seule ouverture, la plus petite. Cette limitation, qui oblige à descendre jusqu'à $F/3$ par exemple (2), rend très difficile à la projection l'obtention d'images suffisamment lumineuses (3).

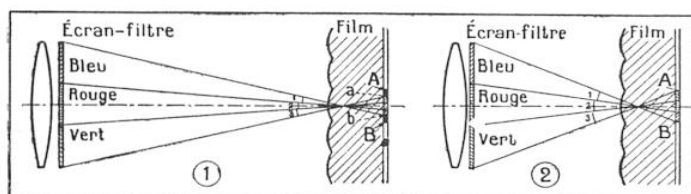


FIG. 7. — SELON L'OBJECTIF DE PRISE DE VUES EMPLOYÉ, LES ANGLES 1, 2, 3 DES FAISCEAUX ÉLÉMENTAIRES SONT PLUS OU MOINS OUVERTS ET LA ZONE AB, SITUÉE DERRIÈRE UN GAUFRAGE, EST PLUS OU MOINS BIEN UTILISÉE

Tel est donc le problème posé par la projection, sous le seul rapport de la correction des couleurs dépendant de la prise de vues. Il va de soi que la copie par projection obéit aux mêmes lois. Elle soulève donc, elle aussi, des problèmes relatifs aux ouvertures des systèmes employés. Voici (fig. 8) un appareil élémentaire de copie schématisé sur lequel le système optique de copie est représenté par les deux objectifs « affrontés » de deux chambres identiques à l'une de celles qui ont précisément servi pour la prise de vues. Elles sont séparées, en

(1) En effet, les faisceaux projetés présentent, en vertu du principe du retour inverse des rayons lumineux, la même ouverture que ceux de la prise de vues.

(2) C'est-à-dire que le diamètre apparent d'ouverture utile est contenu trois fois dans la distance focale F . L'ouverture relative est alors $F/3$.

(3) De son côté, le filtre de projection ne laisse passer que le tiers du flux de la source de lumière blanche utilisée.

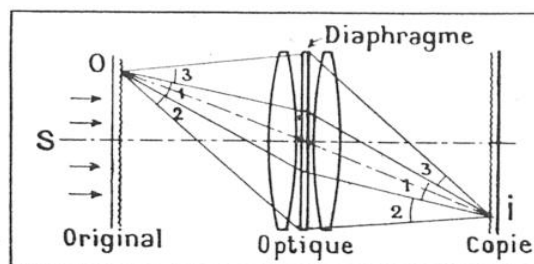


FIG. 8. — SCHÉMA DU PROCÉDÉ DE COPIE PAR PROJECTION OPTIQUE

Pour une copie de même format que l'original, les angles 1, 2, 3 se conservent intégralement.

outre, par un diaphragme dont le diamètre est égal à celui de l'écran-filtre employé lors de l'enregistrement. On voit ainsi que, d'un point-objet O au point-image I , les faisceaux élémentaires sont intégralement transmis. Mais la copie, effectuée avec le même système optique d'un tronçon de film pris avec un objectif différent bien que de même ouverture relative, donnerait l'effet représenté figure 9. Le faisceau élémentaire central serait seul correctement transmis, alors que les faisceaux marginaux seraient à moitié occultés et que les faisceaux intermédiaires le seraient proportionnellement à leur écartement de l'axe.

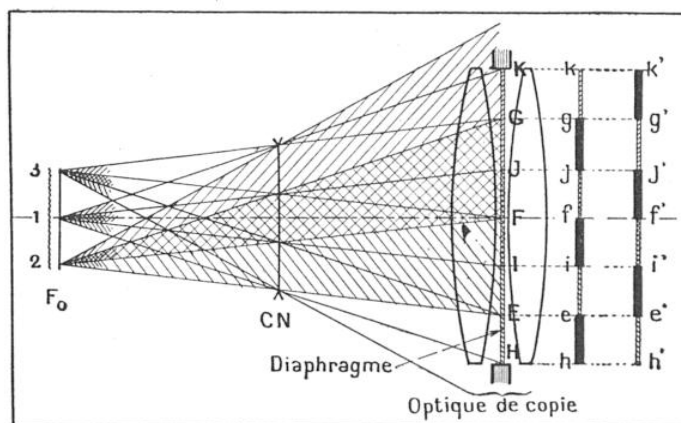


FIG. 9. — EFFET PRODUIT LORSQUE L'IMAGE CN DE L'ÉCRAN-FILTRE DONNÉE PAR LES GAUFRAGES NE SE FORME PAS SUR LE DIAPHRAGME DE L'OBJECTIF DE COPIE. Le chevauchement des faisceaux élémentaires marginaux sur le diaphragme conduirait à obturer les parties gj , fi , eh où deux couleurs se superposent, pour les faisceaux 2 et 1, et les parties $k'g'$, $j'f'$, $i'e'$, pour les faisceaux 3 et 1, c'est-à-dire tout le diaphragme. Seuls, les faisceaux centraux 1 sont correctement transmis.

Pour parer à ce grave inconvénient, qui interdit une « traduction » même approchée des couleurs, il faut donc s'arranger pour que l'image de l'écran-filtre de prise de vues (1) soit, pendant la copie, toujours située dans le plan du diaphragme du système optique de copie et couvre exactement la surface de ce diaphragme. Ce résultat est obtenu tout nouvellement (fig. 10) en encadrant le film original, quelle que soit l'orientation de son gaufrage relativement à la source, avec deux lentilles *A* et *B* (2).

La projection du film-copie pourra alors être exécutée avec un objectif donné, à la condition toutefois d'encadrer ce film de deux lentilles *A* et *B* remplissant respectivement les mêmes fonctions que pour la copie, et à la condition, encore, de les adapter correctement à l'objectif de projection considéré.

Mais, dans tout ce qui précède, nous avons supposé que les ouvertures relatives des différents objectifs de prise de vues utilisés pour les tronçons successifs du film original et du système optique de copie ont été alignées sur la plus petite d'entre elles. Dans ces conditions, la projection sera loin d'être lumineuse (3).

D'autres causes peuvent encore limiter l'ouverture utilisable du système optique

(1) Qui se forme, lorsqu'on éclaire le film original, à l'intersection des axes des faisceaux élémentaires.

(2) La première donne de la source diffusante une image située dans le plan de l'image virtuelle du filtre. Si cette source est vue du plan du film sous une ouverture égale à celle sur laquelle ont été alignés tous les objectifs de prise de vues, le film original sera éclairé par des faisceaux coïncidant exactement avec ceux qui l'ont impressionné à l'enregistrement. La lentille *B* rejette cette image, toujours sous la même ouverture relative, dans le diaphragme invariable de l'optique de copie, elle-même choisie une fois pour toutes. Dans ces conditions, les faisceaux qui s'écartent de l'axe sont de proche en proche, aussi sûrement que le faisceau central, amenés à passer par le diaphragme. Ainsi, chaque tronçon de film original sera accompagné d'un jeu de lentilles *A* et *B*, mais le système optique principal de copie demeurera inchangé, c'est-à-dire que la même tireuse servira à la production du film-copie en entier.

(3) Prenons un exemple : supposons les objectifs

de copie, notamment si l'on veut copier à un grandissement différent du grandissement unitaire, ne serait-ce que pour passer du format 18×24 mm normal au format sonore 15×21 mm (laissant une marge pour l'enregistrement des sons) par le décentrement du couloir du film-copie sur la tireuse.

Une solution toute nouvelle et originale

D'après ce que nous venons de voir, le problème qui se pose consiste à rendre indépendantes (à tous les rapports de grandissements quelconques) les ouvertures des faisceaux élémentaires enregistrés sur le film original et les ouvertures à réaliser sur le film-copie. C'est, en particulier, ce problème difficile

qui vient d'être résolu par M. Jacques de Lassus Saint-Geniès (1). La solution consiste tout d'abord, tout en employant des objectifs du commerce pour la prise de vues, à utiliser les lentilles *A* et *B* dont nous avons montré les rôles pour la transmission

correcte des faisceaux élémentaires (2). Cela ne suffit pas cependant, car, nous l'avons vu, les films obtenus seraient obscurs et exigeraient, pour pouvoir être projetés, des appareils spéciaux et fort coûteux nécessitant une modification des installations déjà existantes. Afin d'obtenir une

de prise de vues et du système de copie alignés à $F/3$ et, pour la projection, un objectif d'ouverture $F/2$. Ce dernier ne pourra utiliser toute l'ouverture dont il est capable, puisque l'on a limité les ouvertures des faisceaux à la prise de vue et à la copie. Il en résulte une perte de lumière, l'intensité du flux lumineux traversant un objectif étant inversement proportionnelle au carré de son ouverture. On n'utilise donc ici que les $4/9$ du flux lumineux qui pourrait traverser l'objectif $F/2$.

(1) Dès 1912, M. de Lassus s'est fait connaître par ses travaux sur la photographie des couleurs par chromogénie optique, et, plus récemment, par ses réalisations de photographie intégrale.

(2) Ces lentilles encadrent le film original pendant la copie en réduction de 18×24 à 15×21 . Un jeu de ces lentilles est utilisé pour chaque tronçon de film original, pris avec un objectif différent. La projection du film-copie dans sa totalité est ensuite effectuée avec un seul jeu de ces lentilles assorties à l'objectif de projection.

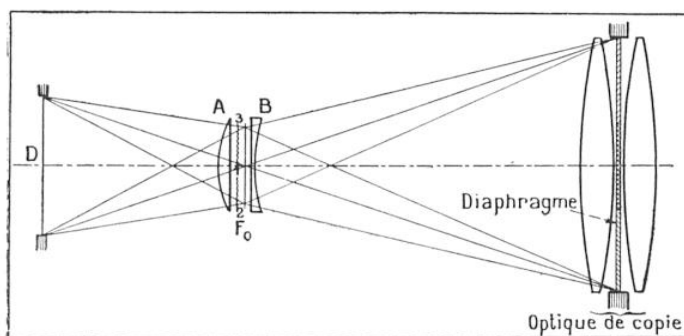


FIG. 10. — LA PRÉSENCE DE DEUX LENTILLES *A* ET *B* PERMET DE REPORTER L'IMAGE DE L'ÉCRAN-FILTRE DANS LE PLAN DU DIAPHRAGME DE L'OPTIQUE DE COPIE ET D'ÉVITER L'INCONVÉNIENT SIGNALÉ À LA FIGURE 9

brillance (1) plus grande et une meilleure reproduction des couleurs, il faudrait donc pouvoir ouvrir les faisceaux élémentaires du film-copie jusqu'à $F/2$ (ouverture des objectifs de projection courants), alors que ceux des originaux sont enregistrés à $F/3$. Pour cela, l'inventeur opère comme suit : sa solution consiste, en quelque sorte, à « introduire un coin » dans les faisceaux lumineux au moment précis où ils vont frapper le film-copie, sans altérer la construction de l'image. Voici cette solution réalisée par la Compagnie française Thomson-Houston : plaçons (fig. 11) d'une part, entre la source et le film original P , et d'autre part, entre le système optique O et le film-copie F_c , deux rideaux R et R'

comportant deux fentes S et S' parallèles au gaufrage linéaire de l'original, et telles que l'une soit l'image de l'autre dans le système optique de copie complet — lentilles A , B et objectif O (2). Au

voisinage du film-copie, une lentille divergente V est insérée dans un autre rideau qui se déplace d'un mouvement tel que son centre optique reste en ligne droite avec les points I et S' , le rapport de sa distance au point I à la distance $S'I$ étant constant (homothétie). Cette lentille V donne, de la fente S' , une image S'' plus rapprochée que S' du film-copie. Ainsi l'ouverture du faisceau enregistré en tout point du film est agrandie sensiblement dans le rapport des angles 1 et 2. Le choix de la lentille V nous rend donc maître de l'ouverture du faisceau enregistré (3). Un dispositif analogue placé au

voisinage du film original peut rendre indépendante l'ouverture relative de la source — et par suite l'ouverture utilisable du système optique de copie — par rapport à celle des faisceaux du film original. On est donc parfaitement maître des ouvertures de tous les faisceaux élémentaires. M. de Lassus a pu ainsi réaliser la copie avec des optiques d'ouvertures utilisables faibles ($1/5$ et même moins) mesurées des plans des films, telles que les objectifs du commerce les offrent couramment, alors que les films originaux sont pris à $F/3$ et que la projection a lieu à $F/2$. Enfin, les films originaux peuvent être enregistrés sur les émulsions panchromatiques (1) du commerce et les copies sur toutes les émulsions courantes (2).

Grâce à cet ingénieux dispositif, le film gaufré en couleurs naturelles vient de pénétrer, pour la première fois, dans le domaine d'une exploitation pratique — commercialement parlant.

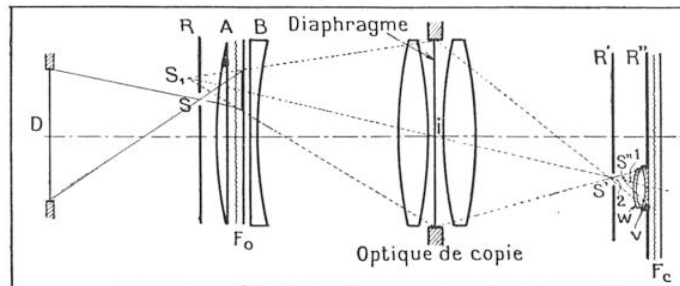


FIG. 11. — SCHÉMA D'ENSEMBLE DU DISPOSITIF DE COPIE DES FILMS GAUFRÉS IMAGINÉ PAR M. DE LASSUS

C'est la résultante de patientes et minutieuses études scientifiques des phénomènes optiques poursuivies au cours de nombreuses années en vue de leur application pratique. Avec la couleur, le son et le relief, la projection cinématographique s'achemine progressivement — bien que lentement — vers la perfection pour reproduire sur l'écran l'image intégrale de la vie.

JEAN MARCHAND.

lumineux. Elle entraînerait un étalement considérable de chaque point-image de part et d'autre de sa position sur le film donnée par le système optique de copie principal, ce qui détruirait la netteté. Pour éviter cet inconvénient, il suffit de monter devant la lentille V une glace courbe W , d'épaisseur constante, qui ne produira aucune déviation, mais simplement un déplacement des rayons parallèlement à eux-mêmes, d'autant plus prononcé — et d'une manière symétrique par rapport à son centre — que l'angle d'incidence sur ce verre sera plus grand.

(1) Sensibles à toutes les radiations lumineuses.

(2) Les fentes devant se déplacer parallèlement au sens du gaufrage des films, il est évident que, si ceux-ci présentent un gaufrage transversal, on peut maintenir les fentes fixes et exécuter la copie par un déroulement continu des films comme sur les tireuses de traces sonores.

(1) La *brillance* est l'éclairement par unité de surface.

(2) Elles se déplacent de sorte que les faisceaux lumineux qui les traversent balayent les surfaces des films. L'éclairement des petites chambres formées par les lentilles des gaufrages a lieu de proche en proche pendant le temps, pour chaque chambre, que met la fente à traverser le faisceau dont la base est égale à la surface éclairante D de la source et le sommet le centre optique de la chambre considérée du gaufrage.

(3) Mais cette optique mobile employée seule ne se contenterait pas — par suite de son écartement non négligeable du film-copie — de dévier les rayons

VERS LA MISE EN VALEUR DE L'ÉTHIOPIE

La mise en valeur des richesses du sol et du sous-sol des territoires éthiopiens — trois fois environ la superficie de la France, soit 1 500 000 km² pour 10 millions d'habitants (1) — fait l'objet actuellement d'études méthodiques des services qualifiés du gouvernement italien. Au point de vue agricole, les hauts plateaux de l'Afrique Orientale conviennent fort bien aux cultures européennes, et non seulement des colons ont entrepris leur exploitation, mais aussi des « groupements » chargés par le Duce d'organiser industriellement cette production dans les différentes branches de l'activité agricole (cheptel, coton, laine, café, bois, etc.). Ces groupements sont constitués en « compagnies » — comme au temps des conquêtes coloniales — modernisées et contrôlées sans qu'elles jouissent d'aucun monopole. Pour l'instant, elles n'en sont encore qu'au stade de l'expérience et de l'expertise, en vue d'orienter, en connaissance de cause, leur activité soit vers l'élevage de telle espèce (laine), soit vers la culture cotonnière qui pourrait un jour libérer la métropole des quelque 200.000 tonnes de coton importé au grand dam du trésor italien (300 millions de lires approximativement par an). Il n'est pas présomptueux d'envisager l'ensemencement du coton sur 400 000 hectares, au cours des prochaines années, dans les régions d'Addis-Abeba et de Dessié par exemple. Le coton, d'après les expériences déjà faites, « réussit » très bien sur les plateaux où les conditions climatiques sont favorables et se rapprochent, en effet, de celles de l'Égypte. Mais les richesses minérales de l'Éthiopie ne sont pas non plus négligeables : une prospection géologique, même encore peu poussée, a révélé la présence de gisements de fer, cuivre, platine, or. C'est le platine qui a, le premier, retenu l'attention des industriels, puisque déjà avant l'expédition d'Abyssinie une société en exploitait les gisements dans la région de Tubdo (au sud-ouest de l'Éthiopie) et en

tirait bon an mal an quelque 300 kg. Le nouveau groupement, en mettant en œuvre des procédés vraiment modernes d'exploitation, en extraira certainement bien davantage. En territoire érythréen, la prospection de l'or était déjà commencée il y a dix ans environ ; elle va s'étendre maintenant à tout le territoire conquis. Déjà, les anciens exploitants de l'industrie aurifère fournissaient à l'Italie plus de 3 tonnes de métal jaune. Les spécialistes estiment que dans quelques années cette quantité pourra être considérablement augmentée (15 à 20 t par an). Au cours actuel de la lire, cela représenterait au maximum près de 500 millions de nos francs de 1937 ! D'autres puissantes sociétés poursuivent également leurs recherches en vue d'exploiter des minerais de métaux également précieux ou communs, sans négliger la houille qui doit — disent les spécialistes — exister dans le Harrar notamment. Ces missions scientifiques, composées de spécialistes et merveilleusement équipées avec les derniers progrès de la technique de la prospection minière (1), comprennent des ingénieurs italiens et d'éminents techniciens allemands. Quant au naphte, qui, paraît-il, existerait sur les bords de la mer Rouge (archipel Daalac), les géologues ont entrepris des sondages à grande profondeur pour vérifier si le pétrole existe en quantité appréciable dans cette région.

C'est là une œuvre économique vraiment gigantesque que le gouvernement italien vient d'entreprendre en vue de tirer parti des riches territoires que lui a apportés sa récente victoire. La tâche sera rude et longue à poursuivre : elle nécessite évidemment des hommes entreprenants et qualifiés et aussi beaucoup d'argent. Mais la façon magistrale avec laquelle la guerre africaine a été conduite, et qui a coûté, dit-on, 10 milliards, nous incite à escompter la réussite d'une œuvre pacifique — de beaucoup plus longue durée mais aussi onéreuse — qui, un jour, donnera à l'Italie un empire d'outre-mer en plein rapport.

(1) L'Éthiopie, l'Erythrée, la Somalie, ces trois possessions italiennes réunies, couvrent environ 2 700 000 km² dont la population totale ne dépasse pas 12 millions d'indigènes.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 189, page 214 et n° 194, page 135.

PRENONS L'ÉCOUTE

A PROPOS DES NOUVELLES HÉLICES DU PAQUEBOT « NORMANDIE »

Nos ingénieurs spécialisés dans les constructions navales reviendront ultérieurement sur l'étude technique des hélices pour la propulsion des navires que nous avons déjà traitée ici (1), lorsque le paquebot *Normandie* dut être remis sur cale afin de remédier aux vibrations qui s'étaient manifestées au cours de ses premiers voyages.

Rappelons, à propos de la performance que vient de réaliser le « liner » français, que trois types d'hélices furent successivement employés sur ce navire :

1^o) Hélices à trois pales (en 1935), qui occasionnèrent, pour une large part, les vibrations constatées à la mise en service du navire (1) ;

2^o) Hélices à quatre pales (en 1936), à vitesse de rotation réduite, à attaque progressive, et pales recourbées sur l'arrière pour réduire l'influence de leur proximité avec les appendices et les faire travailler en eau plus calme. Les résultats en furent satisfaisants, puisque les vibrations antérieurement constatées *disparurent presque totalement* et qu'elles permirent encore de faire réaliser au navire, pendant l'année 1936, une vitesse *moyenne en service* de 28,3 nœuds environ ;

3^o) Hélices à quatre pales, de tracé général presque identique aux hélices précédentes, mais à vitesse de rotation plus élevée pour permettre d'utiliser une part plus importante de la puissance totale de l'appareil moteur. Cette vitesse était d'ailleurs sensiblement la même que celle des hélices d'origine (1935). En outre, les profils des pales étaient spécialement étudiés pour s'opposer aux phénomènes de cavitation (2) aux grandes vitesses (3).

Ces dernières hélices permirent, dès leur adoption, et sans essais préalables du navire, de réaliser — et cette fois sans vibrations — une vitesse record très voisine de 31 nœuds (exactement 30,99 nœuds) entre les Etats-Unis et l'Europe, malgré un temps défavorable pendant plus de deux jours, ce qui, évidemment, réduisit très sensiblement la vitesse moyenne que la *Normandie* aurait pu réaliser au cours d'un voyage accompli dans des conditions normales. Nous aurons l'occasion — ainsi que nous l'avons indiqué au début — de revenir sur un tel sujet qui soulève de nombreux et délicats problèmes techniques susceptibles d'intéresser même les profanes...

CARBURANTS ET STRATÉGIE

Le colonel tchèque Morawec a récemment exposé sa thèse au point de vue de la valeur stratégique de la Tchécoslovaquie pour l'Europe Occidentale. Sans entrer ici dans les considérations d'ordre politique et militaire qui y sont développées et qui ont été judicieusement commentées par Pierre Dominique, nous tenons à signaler le point de vue technique exposé par l'auteur : pour une nation, l'emploi massif de l'arme aérienne est conditionné par sa puissance technique. Seuls seront puissants

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 227, page 377. — (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 227, page 383. — (3) Les premières hélices de *Normandie* tournaient à 220-225 t/mn, les secondes à 180 t/mn. Pour les troisièmes, on est revenu à 225-230 t/mn. Voici d'autres caractéristiques des trois types d'hélices, dans l'ordre de leur application : 1^o diamètre 4,78 m, pas 5,32 m ; 2^o diamètre 5,05 m, pas 5,80 m ; 3^o diamètre 4,812 m, pas 5,38 m.

dans le domaine aérien les grands pays *industriels* (Allemagne, par exemple). Mais cela ne suffit pas ; il faut aussi disposer du carburant indispensable à l'alimentation des moteurs utilisés dans l'aviation, la marine, l'armée motorisée. Or, le Reich ne possède pas de carburants *naturels* en quantités appréciables. Les champs de pétrole de l'Europe — du reste relativement peu abondants par rapport aux autres carburants — sont en Pologne et en Roumanie. Par contre, les gisements asiatiques de Bakou, Mossoul et de la Perse méridionale sont riches et pas trop éloignés. Or, la ligne Hambourg-Bassorah — si chère aux ambitions allemandes — constitue précisément la voie d'accès d'une puissance de l'Europe Centrale vers ces carburants du Proche-Orient. Aujourd'hui, la stratégie résultant de la mise en œuvre du facteur aérien n'est plus liée exclusivement aux communications terrestres, mais à l'existence de bases, comme pour les forces navales. Une base aérienne, c'est avant tout un point d'approvisionnement en carburant. Jadis, la cavalerie des armées d'invasion recherchait, pour ses montures, le fourrage, ce carburant d'un autre âge (invasion mongole vers les plaines fertiles de Hongrie) ; en 1937, la cavalerie motorisée comme les flottes aériennes recherchent les régions pétrolifères, telles celles de Roumanie, de l'Irak, de la Perse. Et ceci amène le colonel Morawec à envisager — un jour — la possibilité d'alimenter directement sur place les moteurs « militaires » au pétrole *brut* (naphte), ce qui les libérerait des raffineries si éloignées et des traitements compliqués pour en extraire l'*essence* qui, jusqu'ici, constitue presque exclusivement l'aliment indispensable à l'aviation notamment (sauf pour les Diesel de la « Lufthansa »). Le jour où ce progrès technique considérable sera réalisé pratiquement, la stratégie sera littéralement bouleversée... Rien ne dit qu'un tel perfectionnement ne soit pas plus proche qu'on ne le pense : la science nous laisse entrevoir tant de possibilités aux applications illimitées ! D'autre part, le facteur « surprise » (engin nouveau, — comme le tank en 1918, — arme nouvelle, gaz inédit), ou tout autre moyen de supériorité technique, peut constituer précisément, à ce point de vue, un élément déterminant de la victoire.

Le colonel Morawec a rappelé, dans sa conclusion, que la puissance militaire qui serait maîtresse de la transversale Hambourg-Bassorah au cœur de l'Irak, à 4 000 km à peine des rives de l'Elbe, serait également en possession du territoire qu'elle commande (Roumanie, Mossoul, Perse, Bakou), et par suite aux portes mêmes de l'Inde. Si la Tchécoslovaquie tombait — pour notre malheur — aux mains des Allemands, le seul obstacle sur cette route serait supprimé.

A PROPOS DE LA « REDISTRIBUTION » ET DE LA « RÉPARTITION » DES MATIÈRES PREMIÈRES DANS LE MONDE

La S. D. N. (section économique) poursuit son étude de la distribution des richesses naturelles dans les principales nations du globe (1). Elle a conclu récemment que la production des principales matières premières est en grande partie

(1) La Section économique des Statistiques de la S. D. N. établit comme suit la production coloniale de différentes nations, pour les matières premières, par rapport à la production totale et mondiale de ces mêmes matières premières réparties sur le globe : pétrole, 3,7 % ; fer (minerais), 3,4 % ; cuivre, 21,8 % ; zinc, 1,9 % ; étain, 56,9 % ; aluminium (bauxite), 13,1 % ; nickel, 9,0 % ; pyrites, 3,4 % ; caoutchouc (plantations), 96,1 % ; coton, 2,5 % ; laine, 2,3 % ; soie, 3,1 % ; sésame, 8,0 % ; coprah, 64,4 % ; arachide, 28,5 % ; palme (huile), 98,8 % ; manganèse (minerai), 13,7 % ; chrome (minerai), 12,3 % ; tungstène (minerai), 15,6 % ; vanadium (minerai), 66 % ; antimoine (minerai), 0,7 % ; phosphates naturels, 52 % ; graphite, 46 %.

Il est à remarquer que seulement trois de ces matières premières sont, en quelque sorte, des produits presque exclusivement en provenance des colonies (caoutchouc, palme, coprah), et aussi — dans une forte proportion — l'étain, soit en fait quatre matières premières que les « pays souverains » ne possèdent pas. Du reste, cet inventaire ne saurait avoir aucun caractère définitif, puisque la Rhodésie (Afrique australe britannique) produisait à peine un millier de tonnes de minerai de cuivre il y a dix ans, et qu'elle en fournit actuellement plus de 160 000 t. Quant à notre Indochine, en dix ans, elle est passée de 8 000 t de caoutchouc (gomme) à plus de 30 000 t (1935). Toutes ces matières sont du reste commercialement interchangeables, suivant les besoins des pays pour leurs industries de transformation. C'est de ces échanges internationaux, en période normale, que résulte précisément la balance des comptes au profit des nations productrices ou détentrices de matières premières.

concentrée « entre les mains » de l'Empire britannique, de la France (colonies comprises), des Pays-Bas (domaine colonial), des États-Unis (et dépendances), et enfin de l'U. R. S. S. L'ensemble de ces nations produit en effet de 50 à 100 % des matières premières les plus nécessaires à l'économie moderne. A elle seule, l'Angleterre dispose de 32 matières premières sur 37 dites « principales ». Les États-Unis, qui viennent immédiatement après, en possèdent 28 sur 37 (ni étain, ni caoutchouc). Parmi les grandes nations désavantagées au point de vue des richesses naturelles, il faut citer entre autres l'Allemagne, l'Italie, la Pologne et le Japon qui sont totalement dépourvues de ces matières premières essentielles : pétrole, étain, nickel, cuivre, caoutchouc, coton, laine. Ajoutons que l'Allemagne, qui est l'un des plus grands producteurs d'aluminium du monde, ne possède pas, par contre, de minerai d'aluminium (bauxite). Elle est très riche en houille, possède du minerai de fer en quantités importantes mais insuffisantes pour son industrie, des sels potassiques (Stassfurt), du zinc, du plomb, du graphite. L'Italie, démunie de toutes ces matières premières essentielles, dispose cependant de mercure, de soufre, de bauxite. La Pologne se trouve dans une situation analogue à celle de l'Allemagne : elle produit assez abondamment houille, potasse, graphite, et aussi le lin, chanvre, etc. Le Japon est le pays de la soie par excellence ; il possède aussi quelques gisements de houille, de cuivre et de vastes cultures de chanvre et de plantes oléagineuses. Cet inventaire, bien que sommaire, permet de se rendre compte — économiquement et géographiquement — de la situation respective des nations « pauvres » par rapport à celles... qui sont au contraire considérées comme « pourvues ».

Comme la redistribution des matières premières est à l'ordre du jour de l'actualité, par suite des revendications coloniales du III^e Reich, le gouvernement anglais a fait, lui aussi, dresser un tableau pour démontrer que l'Angleterre peut se procurer sur son territoire la totalité des matières premières dont elle a besoin. Sur une liste des 34 matières premières prises parmi les plus essentielles pour son économie industrielle (1), l'Empire britannique n'en possède que 23 et il dépend, par contre, de l'étranger pour 9 autres matières premières, qui doivent être importées. L'Allemagne ne trouve sur son propre sol que 2 seulement de ces matières premières énumérées sur la liste de 34 et doit s'en procurer 26 à l'étranger. Ce ne sont pas du reste ses colonies qui les lui fournissaient en 1914 ! Les États-Unis trouvent chez eux 12 de ces matières premières sur la liste établie par les statisticiens britanniques contre 17 qu'ils doivent se procurer ailleurs. La France, 10 sur son territoire contre 21 à l'extérieur ; l'U. R. S. S. (l'un des plus grands réservoirs de richesses naturelles avec les États-Unis d'Amérique), 16 contre 12. Voilà quelques chiffres émanant de la Grande-Bretagne qui, par comparaison, mettent en évidence ceci : qu'aucune grande nation dans le monde ne peut se vanter de se suffire à elle-même pour *tous les produits* nécessaires à une économie moderne, même quand elle possède les richesses du sol et du sous-sol d'un vaste domaine colonial.

LES GRANDES EXPOSITIONS AMÉRICAINES DE 1939

Sur les rivages du Pacifique, la « Golden Gate International Exposition » commence à s'édifier, sur une superficie de 400 acres (soit 1,6 km²), aux portes mêmes de San Francisco. Cette manifestation internationale doit en effet ouvrir ses portes en 1939, précisément à la même époque où, sur les rives de l'Hudson, la plus grande cité du monde, New York, doit également ouvrir celles de son exposition universelle (« New York Worlds Fair »). Une rivalité entre la grande cité de l'Est et la grande cité de l'Ouest soulève actuellement, de part et d'autre, des polémiques inspirées par une concurrence qui s'avérerait inévitable.

(1) Voici la liste de ces 34 matières premières relevée d'après la statistique anglaise : fer, cuivre, plomb, zinc, étain, bauxite (aluminium), manganèse, nickel, chrome, tungstène, molybdène, vanadium, antimoine, mercure, or, argent, platine, charbon, naphte, amiante, graphite, magnésite, potasse, pyrites (soufre), caoutchouc, coton, laine, lin, chanvre, soie, coprah, olives (huile), palmes (huile), bois.

San Francisco se plaint, en effet, en présence du développement rapide du projet new yorkais, de cette concurrence qui se manifesterait du reste aux dépens de l'une et de l'autre. Bien que distantes de près de 5 000 km, les Expositions de New York et de San Francisco chercheront à drainer, chacune pour son compte, exposants et visiteurs. Les organisateurs californiens semblent craindre que San Francisco soit désavantagé. Cependant, ce sont eux qui ont eu les premiers l'idée d'une vaste et grandiose exposition internationale en 1939, à l'occasion de l'inauguration des deux grands ponts, uniques au monde, construits au-dessus de la baie de San Francisco. Ces magnifiques travaux, exécutés magistralement par les ingénieurs américains, font honneur à la technique moderne (1). A ce propos, selon nous, il eût mieux valu choisir l'année 1938 pour célébrer ces travaux d'art gigantesques, puisque, en 1939, il y aura déjà près de deux ans qu'ils auront été mis en service. Quoi qu'il en soit, on s'est mis à l'œuvre et déjà l'immense terrain est à peu près nivelé. Il est intéressant de noter, à ce sujet, qu'une fois l'Exposition de San Francisco terminée, ce magnifique emplacement est d'ores et déjà destiné à la création d'un aéroport qui sera l'un des mieux situés et des mieux équipés du monde. C'est pour ce motif que le gouvernement fédéral a participé pour près de 200 millions de francs aux travaux actuels. Quant aux crédits nécessaires pour couvrir les dépenses engagées, ils atteindraient déjà plus de 200 millions de francs, recueillis parmi les souscripteurs californiens (industriels, banquiers, etc.). Le capital total envisagé pour réaliser cette grandiose manifestation de 1939 atteignant environ 1 milliard de francs, la somme complémentaire sera fournie par les entrées, les concessions, etc. (2).

Rappelons qu'à l'Exposition de San Francisco de 1915, on enregistra 13 millions de visiteurs, et c'était pendant la guerre mondiale.

Il n'est donc pas téméraire d'escompter au moins 15 millions de visiteurs dans deux ans, en dépit de la propagande prestigieuse que vont bientôt commencer les organisateurs de New York pour attirer sur les côtes de l'Atlantique plus de visiteurs que sur celles du Pacifique.

L'EXPLOITATION AÉROPOSTALE AMÉRICAINE EN 1937

Nous avons exposé (3) notre manière de comprendre l'aviation postale pour qu'elle soit en mesure de rendre les services qu'en attend aussi, en France, le monde des affaires. A l'étranger, l'acheminement aérien du courrier est dans certains pays institué depuis 1922 (4). Ce sont les Américains qui nous ont montré la voie à suivre. Actuellement, aux Etats-Unis, l'infrastructure utilisée pour l'exploitation postale comprend plus de 2 500 terrains d'atterrissage, dont près du tiers est équipé pour l'éclairage permanent nocturne. De cette façon, les services fonctionnent sans interruption, grâce à l'organisation scientifique de la navigation aérienne dont nous avons exposé ici (5) les principes et les applications dans le domaine des transports commerciaux. Aujourd'hui, on peut dire qu'aux Etats-Unis, pour les grands itinéraires, — si nombreux sur ce territoire grand comme quatorze fois la France, — l'avion postal et le train-poste assurent avec régularité, rapidité et fréquence la distribution du courrier postal dans les villes importantes, à la grande satisfaction des usagers. Par contre, pour rémunérer le service de la poste aérienne si onéreux, surtout au début d'une mise en exploitation, l'Etat fédéral a autorisé les Compagnies à prélever une surtaxe de près de 1 franc (pour 20 grammes), par rapport au tarif d'affranchissement des lettres ordinaires, alors que, dans certains pays d'Europe :

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 215, page 353.

(2) A noter que les obligations émises pour l'Exposition de San Francisco ne porteront aucun intérêt, alors que celles pour New York en offriront un très appréciable...

(3) Voir *La Science et la Vie* n° 238, page 306.

(4) En France, une ligne postale aérienne (Paris-Lille) fut établie à titre d'essai en 1919 ; puis une deuxième, la même année, de Toulouse à Barcelone, exploitée par une société privée. La première ligne d'Etat est celle de New York à San Francisco, mise en service dès 1922.

(5) Voir *La Science et la Vie* n° 238, page 313.

Angleterre, Hollande (réseau européen), Italie, Suède, Danemark, la surtaxe n'existe pas ! En ce qui concerne la ligne transpacifique, créée en 1935, la taxe spéciale est d'environ 12 francs pour une lettre ordinaire, mais il y a 14 000 km à parcourir, et le trafic dure à peine six jours au lieu de vingt, comme auparavant ! Aux Etats-Unis, l'Administration des Postes subventionne l'exploitant en fonction du poids et de la distance (barème dégressif). On sait que cette ligne du Pacifique, réalisée par la « Panamerican Airways », a été prolongée tout récemment jusqu'à Canton et Hong-Kong, grâce à la « China National Aviation ».

POUR LA DÉFENSE AÉRIENNE ACTIVE

Le chef de l'armée de l'Air du gouvernement du Reich poursuit non seulement son programme de constructions neuves, mais se préoccupe aussi de développer tout ce qui concerne la défense aérienne du territoire : l'artillerie antiaérienne, les sections de projecteurs (nouveaux appareils récemment perfectionnés), les sections d'émetteurs (nouveaux dispositifs mis récemment en service et sur lesquels le secret paraît encore bien gardé), en un mot, tout le système de signalisation dont dépend, pour beaucoup, le résultat des moyens d'action mis en œuvre en vue d'arrêter l'aviation adverse, et en particulier les escadrilles de bombardement ayant surtout pour objectifs les centres de fabrications de guerre, les terrains d'aviation répartis sur l'ensemble du territoire. Il est cependant à prévoir qu'en dépit d'une telle organisation, scientifiquement conçue et mise au point par les Allemands, les nouveaux bombardiers construits récemment dans les différents pays, rapides et naviguant à haute altitude, parviendraient à remplir néanmoins leur mission en dépit de ces engins de défense. Certains préconisent donc (surtout pour les attaques nocturnes ou à l'abri des nuages) de développer l'aviation de chasse de nuit qui pourrait ainsi efficacement suppléer les tirs de barrage de l'artillerie, qui sont évidemment inopérants lorsque l'objectif n'est pas visible. Dans le combat des forces aériennes, tous ces facteurs entrant en jeu doivent être coordonnés et combinés en vue du but à atteindre. Les groupes de signalisation, les batteries de la D. C. A. (1) avec leurs sections de projecteurs et d'émetteurs, l'aviation de bombardement, l'aviation de chasse doivent donc concourir, sous un commandement unique, en liaison les uns avec les autres, à la défense contre une invasion aérienne. Mais, dans ce domaine — là encore plus qu'ailleurs — la technique évolue si rapidement que la doctrine d'emploi est contrainte de se transformer aussi vite. L'exemple des conceptions du général Douhet est assez probant à cet égard (2).

LES NOUVEAUTÉS DE L'AÉRONAUTIQUE AMÉRICAINE

Dans l'ordre militaire, on sait que les Américains poursuivent actuellement la réalisation d'un nouveau programme, destiné à leur « Air Corps », qui doit surclasser le matériel actuellement en service aux Etats-Unis pour l'aviation d'attaque, l'aviation de chasse, l'aviation de bombardement, l'aviation de renseignement-observation. Dans cette dernière catégorie, les Etats-Unis viennent de réaliser l'avion le plus perfectionné actuellement existant dans les forces aériennes. C'est un *triplane* (1 pilote, 1 mitrailleur, 1 observateur-radio) monoplan à ailes basses propulsé par moteur (14 cylindres) « Pratt et Whitney », pouvant dépasser 350 km/h. Comme dans les appareils précédents, il est pourvu d'un train d'atterrissage sans essieu, d'une mitrailleuse escamotable et de tous les dispositifs d'hypersustentation employés actuellement sur les appareils rapides, sans oublier les instruments de radiotéléphonie et de radiogoniométrie les plus modernes. Ce nouvel avion de renseignement du « North-

(1) En Espagne, les événements militaires récents ont démontré que l'artillerie de défense aérienne avait fait de réels progrès, obligeant les avions ennemis à voler beaucoup plus haut qu'auparavant (3 000 m environ). Certaines pièces de D. C. A. effectuent, en effet, des tirs efficaces à 2 500 m.

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

American » devra réaliser une autonomie de quatre heures de vol au moins, en tenant compte, bien entendu, du régime du moteur, de la direction et de la vitesse du vent.

D'autre part, le futur avion de transport quadrimoteur *Boeing*, encore en construction, est destiné aux grands itinéraires à l'intérieur du territoire des Etats-Unis, notamment pour l'exploitation d'une des lignes les plus fréquentées : Chicago-Los Angeles, la grande agglomération urbaine voisine de la célèbre cité du cinéma, Hollywood. La distance de 2 600 km doit être parcourue *sans escale* en moins de dix heures avec ce nouvel appareil dont la vitesse (maximum) dépasse 425 km/h. Il a été prévu avec tout le confort moderne : insonorisation, ventilation, chauffage, etc. Il sera, bien entendu, pourvu du pilotage automatique qui permet aux deux pilotes d'abandonner les commandes, si aucun vent ne provoque de dérive (1), et transportera 32 passagers le jour et 26 la nuit (couchettes). Sa puissance doit dépasser 4 500 ch (au décollage). Sa mise en service doit avoir lieu au début de 1938. Parallèlement à la construction de ces nouveaux types d'avions commerciaux, les firmes « Douglas » (40 passagers) et « Gleen Martin » (30 passagers) établissent — de leur côté — des quadrimoteurs aussi rapides, destinés aux grands itinéraires aériens. Le dernier appareil de Gleen Martin est équipé d'une cabine étanche en vue de vols à altitude plus élevée que précédemment pour accomplir les longs parcours sans escale et à plus grande vitesse que les précédents.

COURS ET BESOINS RÉELS DES MATIÈRES PREMIÈRES DANS L'INDUSTRIE

L'année 1937 marquera, dans l'histoire économique de ces dernières années, une date mémorable dans la hausse *brutale* des prix des principales matières premières, et surtout des métaux. Cela tient pour une large part aux programmes intensifiés de réarmement des grandes nations militaires et à une reprise de la production industrielle dans le monde. Cela tient aussi à une spéculation qui n'est pas sans inquiéter les gouvernements de Washington et de Londres. Des revirements sévères peuvent du reste se manifester sur les grands marchés du monde ; n'a-t-on pas vu en une journée l'étain perdre à Londres plus de 2 000 fr par tonne. De plus, en dehors des spéculateurs, il y a les industriels qui, escomptant des prix plus élevés encore, cherchent à se « couvrir », car la hausse entraîne la hausse, détruisant ainsi l'équilibre des prix de revient et des budgets. Ainsi, aux Etats-Unis, le cuivre, qui valait 5 cents en mars 1933 (date du moratoire bancaire) et 5,40 au 18 avril de la même année (date de la suppression du « Gold standard »), était coté à 16,25 au 15 mars 1937 (soit plus de 3 fois son cours par rapport à celui de 1933). Il en est de même de l'étain, aux dates précitées (2), qui passe de 23,75 à 26,25 et enfin 64,75. Certains produits de l'agriculture présentent une allure analogue ; aux mêmes dates, voici les cours : coton, 6,18, 6,70 et 14,83 ; blé, 47 7/8, 62 1/2 et 137 ; sucre 0,90, 1,20 et 2,62. Pour le caoutchouc, c'est encore plus sensationnel : 2 pence 1/8, 2 3/8

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 397, page 71. Tous les appareils américains modernes pour passagers sont équipés avec le dispositif pour pilotage automatique qui maintient, sans intervention du pilote, la position horizontale en vol comme la direction. Le problème consiste, comme on sait, à stabiliser l'appareil volant autour de trois axes et à le ramener à sa position d'équilibre choisie en dépit des perturbations susceptibles de modifier cet équilibre. Ce problème complexe, si on tient compte des facteurs qui interviennent dans les solutions proposées ou adoptées pour le résoudre, a été exposé tout au long dans *La Science et la Vie* (n° 203, page 428 et n° 239, page 375). Rappelons néanmoins qu'il existe une incidence à partir de laquelle la sustentation cesse de croître pour diminuer plus ou moins brusquement. Si cet angle critique est atteint, l'appareil échappe au contrôle du pilote, il perd brutalement de la hauteur pour retrouver la *vitesse* nécessaire à sa sustentation. C'est la terrible « perte de vitesse », principale cause des accidents en aviation. Rappelons aussi que les dispositifs de stabilisation gyroscopique, qui ne résolvent qu'imparfaitement le problème, sont à peu près abandonnés aujourd'hui et qu'au contraire les girouettes aérodynamiques constituent un système pratiquement utilisable. Nous verrons ultérieurement quels sont les procédés appliqués maintenant dans l'aviation américaine.

(2) Au 27 avril 1937, les cours étaient les suivants : cuivre, 14,50 ; étain, 56,25 ; coton, 13 ; blé, 128 ; sucre, 2,53 ; caoutchouc, 10,3/4.

et 12,5, soit plus d'un shilling (1). La valeur de la gomme a donc augmenté de plus de 6 fois et la hausse est encore envisagée comme certaine par Londres, car, en dépit des décisions de l'entente internationale, les stocks représentaient à peine six mois de consommation en mars 1937. Or, au début de 1936, ces stocks atteignaient au moins dix-huit mois de consommation. En 1925, le caoutchouc a atteint un plafond quant au prix à 4 sh (par livre anglaise de 453 g) ; à l'heure actuelle, il vient, comme on l'a vu plus haut, de dépasser 1 sh. Certains spécialistes du marché estiment même qu'il pourrait fort bien doubler (2 sh) en peu de temps ! Mais que les spéculateurs — là encore — se méfient ; les planteurs indigènes, stimulés par la hausse de la matière, chercheront à intensifier leur production (saignées plus profondes) au fur et à mesure de la demande, et l'on ne saurait en prévoir, quant à présent, les répercussions (2). L'épopée du caoutchouc, il y a une dizaine d'années, s'est terminée par un krach dont le souvenir n'est pas encore effacé.

L'ALLEMAGNE ET SES BESOINS EN MINÉRAIS DE FER

Si l'Allemagne est particulièrement riche en charbon, elle est, par contre, relativement pauvre en minerai de fer. Au contraire, la France, relativement dépourvue de houille pour satisfaire à tous ses besoins, est particulièrement favorisée au point de vue de ce minerai, puisqu'elle tient, à ce point de vue-là, la deuxième place dans le monde, après les Etats-Unis (plus de 44 millions de t). En 1936, on a enregistré un tonnage pour la production du minerai de fer de nos différents gisements (Briey près de 15 millions de t, bassin Mosellan plus de 14 millions ; région de Longwy 1 600 000 t environ, région normande plus de 150 000 t pour ne citer que les principaux gisements) dont le total (3) s'est élevé à plus de 33 millions de tonnes contre 32 millions de t en 1935. De son côté, notre exportation a marqué un record en 1936 de plus de 18 millions de t contre 16 millions approximativement en 1929 (année du maximum). Nos principaux clients sont l'Union Belgique-Luxembourg avec plus de 10 millions de t, le Reich avec près de 8 millions de tonnes. On peut ainsi se rendre compte *grosso modo* de la grandeur de notre extraction et aussi des besoins de l'Allemagne moderne, besoins notablement accrus depuis l'arrivée au pouvoir du chancelier Hitler en 1933, à cause du programme de réarmement et de grands travaux actuellement en cours. La sidérurgie allemande est donc obligée de faire largement appel au minerai de Suède et au minerai français, ses gisements de Bavière, notamment, étant non seulement insuffisants, mais médiocres et, par suite, d'un traitement plus onéreux. Il est évident que si l'Allemagne avait été victorieuse en 1918, elle n'aurait pas manqué d'incorporer dans son territoire national le riche bassin de Briey, peu éloigné de sa frontière occidentale, et qui aurait constitué pour elle, en cas d'un nouveau conflit, un avantage indiscutable pour s'approvisionner en matières premières « stratégiques ». Aussi la France doit-elle avoir une politique économique — dérivée de ces constatations mêmes — vis-à-vis de l'Allemagne qui

(1) La livre de 453 g.

(2) Le Comité international du Caoutchouc a fixé récemment à 90 % seulement les contingents d'exportation pour le deuxième semestre de 1937. On estime que les exportations de gomme, pendant cette année, seront de l'ordre de 1 180 000 t au minimum et atteindront sans doute 1 200 000 t. Or, la consommation mondiale serait de l'ordre d'au moins 1 100 000 t pour 1937, en se basant sur les résultats déjà enregistrés au cours du premier semestre. Ainsi, suivant les experts, l'offre serait donc supérieure à la demande ce qui permettrait de reconstituer les stocks avec une marge d'environ 100 000 t. Actuellement, les stocks répartis dans le monde sont évalués à 400 000 t seulement ; on pourrait ainsi dès cette année les « remonter » à 500 000 t (ils dépassaient 600 000 t au premier trimestre 1936, alors que la consommation atteignait à peu près 1 million de tonnes). Comme les cours actuels laissent aux exploitants un bénéfice appréciable, on pourrait redouter une surproduction prochaine ; mais, paraît-il, dans la situation actuelle, les plantations travaillent déjà « à plein rendement » sans pouvoir suffire à la demande pour un certain temps. Voilà une opinion motivée qui, du reste, n'est pas unanime : certains spécialistes du marché de « Mincing Lane » estiment, en effet, que nous ne sommes pas sur le point de manquer de matière, même si le cours atteint 2 shillings, alors qu'il vient de franchir pour la première fois depuis longtemps celui de 1 shilling pour une livre de 453 g, soit, au change actuel, de 5,50 à 6 f.

(3) Il ne s'agit pas ici de nos ressources en minerai de fer existant dans notre domaine colonial.

est ainsi amenée logiquement et inéluctablement à conclure des accords commerciaux avec sa voisine de l'ouest.

A PROPOS DE L'ESCALE DES AÇORES SUR LA LIGNE AÉRIENNE EUROPE-ÉTATS-UNIS

La décision récente du gouvernement portugais d'accorder pour vingt-cinq ans le droit d'escale aux Açores (archipel situé à 1 600 km de la côte du Portugal et à 3 800 km de la côte américaine), pour l'exploitation de la route aérienne transatlantique-nord, au profit de la Compagnie Anglaise (« Imperial Airways ») et de la Compagnie Américaine (« Panamerican Airways ») constitue pour elles un avantage appréciable (mais non un monopole). Il existe (1) deux itinéraires possibles pour la liaison aérienne Europe-États-Unis : la route du sud, la plus longue (Londres-Açores-Bermudes-New York), qui offre l'avantage de variations climatiques régulières et à température modérée, alors que la route directe au nord (la plus courte) est celle des *ouragans* atteignant jusqu'à 200 km/h en mauvaise saison et où le verglas à peu près continu (2) complique singulièrement la navigation des appareils. Pour vaincre de tels obstacles, il n'y a que la *très grande vitesse*, le *très grand rayon d'action*, la *très haute altitude*, afin de remédier à ces graves inconvénients. Or, si, dans l'état actuel de la technique aérienne, il existe des appareils capables d'exploiter la route du sud, il n'en est pas encore actuellement qui soient susceptibles de se risquer — d'une façon permanente et à toutes les époques de l'année — sur la route du nord. Si, grâce à des négociations couronnées de succès entre le Portugal, les États-Unis, l'Angleterre, l'escale des Açores a été autorisée (sans qu'il s'agisse, redisons-le, d'exclusivité) au profit des compagnies anglo-saxonnes qui possèdent déjà des matériels destinés à cette future ligne aérienne (3), la France ne doit pas, elle non plus, renoncer à l'utilisation d'une base aux Açores (Terceira, par exemple, qui passe pour l'un des terrains les plus favorables). Un accord franco-portugais contribuerait évidemment à simplifier notablement les solutions qui incombent à nos constructeurs pour réaliser le matériel spécial (avions ou hydravions) répondant aux exigences d'exploitation d'une ligne transatlantique aérienne. Quoi qu'il en soit, notre aviation de transports a été sérieusement devancée par celle de nos concurrents (4).

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 233, page 411.

(2) Les dispositifs antigivrages employés couramment ne sont pas efficaces pour des parcours de très longue durée dans les zones brumeuses où la température se maintient au voisinage de 0°, qui est celle la plus favorable à ce phénomène.

(3) Ce sont les avions *Short (Caledonia et Cumbria)* en Angleterre; les *Sikorsky (S.-42)* aux États-Unis.

(4) A titre d'indication, rappelons que la liaison Brest-New York pourrait s'effectuer en trois étapes : Brest-Açores (2 230 km environ) ; Açores-Bermudes (près de 4 000 km) ; Bermudes-New York (1 250 km), soit au total moins de 7 500 km.

L'un des spécialistes de l'aviation commerciale a fait récemment observer qu'une ligne aérienne Europe-États-Unis ne peut être exploitée *commerciallement* que par une liaison directe (*sans escales*). Mais un tel programme ne pourra être réalisé que le jour où la construction aéronautique pourra livrer aux compagnies exploitantes des appareils (avions ou hydravions, peu importe) *capables* de naviguer à très grande vitesse et d'assurer un grand rayon d'action (8 000 km, par exemple, comme l'envisage G. Martin, pour ses appareils en construction). Malheureusement, nous n'en sommes pas encore là ni en Europe, ni en Amérique. Tant que le progrès technique n'aura pas atteint — sans conteste — ce stade ambitieux mais accessible, les « bases » intermédiaires en plein Atlantique demeureront nécessaires. C'est pourquoi celle des Açores présente, à ce point de vue, un réel intérêt — qu'on ne saurait méconnaître — pour les Anglo-Américains (« pool »), les Allemands, les Français, les Italiens, que le gouvernement portugais se fera un devoir d'équité de traiter en toute égalité.

LA SCIENCE ET LA VIE
EST LE SEUL MAGAZINE DE VULGARISATION
SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIELLE

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

POUR LE TRAVAIL SOUS-MARIN, VOICI DES DISPOSITIFS NOUVEAUX

Par J. MONVAL

Les nouveaux procédés et dispositifs mis en œuvre pour le relevage des épaves de navires (1), ou la récupération des trésors qu'elles renferment (2), ont pu être enfin réalisés grâce aux perfectionnements apportés aux appareils de plongée comme au matériel utilisé sous la surface des eaux (découpage au chalumeau notamment). C'est ainsi que le scaphandre autonome souple (emportant la provision d'air respirable nécessaire) autorise maintenant des descentes allant jusqu'à 60 m de profondeur. Quant aux appareils rigides, ils permettent d'atteindre 200 m ! Un autre perfectionnement non moins appréciable consiste dans l'automatisme pour le réglage des pressions des gaz (oxygène-acétylène ou oxygène-hydrogène) qui alimentent le chalumeau : la flamme atteint actuellement une stabilité remarquable d'où un découpage plus précis et plus rapide. Pour la première fois figure en France, à l'Exposition, un aménagement complet et perfectionné quant à la visibilité et à l'éclairage. Des démonstrations pour l'emploi de cet appareillage scientifique moderne pour le travail sous-marin y sont organisées (aquarium du Trocadéro), ainsi que des expériences, au moyen d'appareils légers, effectuées notamment pour le sauvetage des naufragés.

DEPUIS près d'un siècle et demi que le scaphandre existe, la technique du travail aquatique a considérablement évolué. Personne n'ignore aujourd'hui que l'on peut maintenant effectuer sous l'eau, et à des profondeurs souvent très grandes, non seulement des recherches d'épaves, mais encore, notamment, des opérations de démontage et de découpage pour lesquelles le chalumeau oxyhydrique ou oxyacétylénique est couramment utilisé. Bien peu cependant ont eu jusqu'ici la faculté d'assister à de telles opérations. Les expériences que l'on a effectuées parfois, au

cours de diverses manifestations, dans des cuves à eau géantes, aux parois de verre, n'ont pu donner que des résultats fort insuffisants, par suite des conditions défectueuses de la visibilité, dues à la fois au manque d'éclairage et à la mauvaise disposition des glaces transparentes verticales. En effet, dans ces conditions, on ne peut voir distinctement que dans le sens horizontal et

sous un angle très réduit. En outre, les remous ou les ondulations de la surface liquide interdisent toute vision nette dans le sens vertical. Il appartenait à l'Exposition des Techniques de Paris de présenter, dans ce domaine, une réalisation exempte de ces défauts.

Dans un pre-

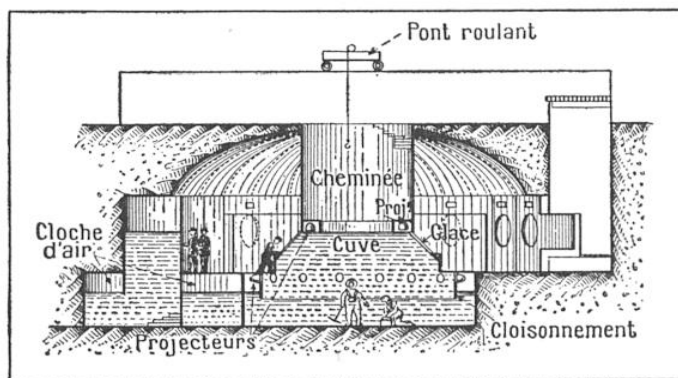


FIG. 1. — VUE EN COUPE DE LA CUVE AMÉNAGÉE AU TROCADÉRO POUR LES EXPÉRIENCES DE TRAVAIL AQUATIQUE

Le cloisonnement situé sous le chemin circulaire réservé aux spectateurs permet de constituer une cloche d'air où les plongeurs sans appareils peuvent respirer sans remonter à la surface.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 230, page 133.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 168, page 477.

mier projet, l'Office National des Recherches et Inventions, chargé d'organiser ces démonstrations, avait conçu l'aménagement spécial d'une péniche en béton armé qui aurait permis à des scaphandriers de descendre sur le fond même du lit de la Seine. Bien que présentant des solutions originales en vue d'assurer à la fois la visibilité et la sécurité, ce projet fut abandonné. La reconstitution de l'aquarium du Trocadéro (1) devait permettre, en effet, de rassembler dans une même enceinte tout ce qui concerne la vie sous-marine.

On y a donc édifié une cuve géante en ciment armé, de 6 à 8 m de diamètre, et de 4 m 50 de profondeur, surmontée d'une cheminée centrale, également en ciment armé, de 3 m de diamètre (fig. 1). Le bord supérieur de la cuve est raccordé à cette cheminée au moyen de glaces transparentes inclinées à 45°, maintenues par des châssis eux-mêmes en ciment armé (2). Pendant les démonstrations de plongées et de tra-

(1) Nos lecteurs connaissent déjà le rôle de la science et de la technique dans un aquarium d'eau douce ou d'eau salée. (Voir *La Science et la Vie*, n° 238, page 285.)

(2) Bien que l'épaisseur des glaces atteigne 35 mm, une flexion des châssis qui les supportent, sous le poids de la cheminée centrale, risquerait de les faire « éclater ». Aussi cette cheminée ne repose-t-elle pas sur ces châssis, mais est « suspendue » à la voûte de l'ouvrage.

vaux sous-marins, le niveau de l'eau atteint la partie supérieure des glaces. Entre les spectateurs qui ont accès à un chemin circulaire autour de la cuve et les objets immergés, il n'existe donc aucune surface libre du liquide. Toutes les réflexions ou réfrac-

tions de la lumière résultant des mouvements de l'eau sont, de ce fait, supprimées. Demême, un cloisonnement est prévu pour éviter tous les reflets gênants que des sources lumineuses extérieures pourraient provoquer sur les glaces. Quant à l'éclairage du fond, il est assuré par quatre-vingt-seize projecteurs absorbant au total 24 kW. Pour rendre plus attrayantes les expériences effectuées dans la cuve, soixante-douze de ces projecteurs sont à lumière colorée : verte, rouge et bleue.

Les démonstrations pratiques organisées dans la cuve présentent une grande diversité. Tout

d'abord des plongeurs sans appareil respiratoire auxiliaire paraissent y battre les records des fameux pêcheurs de perles japonais, qui sont capables de demeurer deux à trois minutes sous l'eau. En effet, autour de la cuve, sous les spectateurs, un cloisonnement particulier (fig. 1) ménage une sorte de cloche où le plongeur peut aisément renouveler sa provision d'air.

Voici, ensuite, le type le plus léger d'appareil respiratoire, le scaphandre Le Prieur,

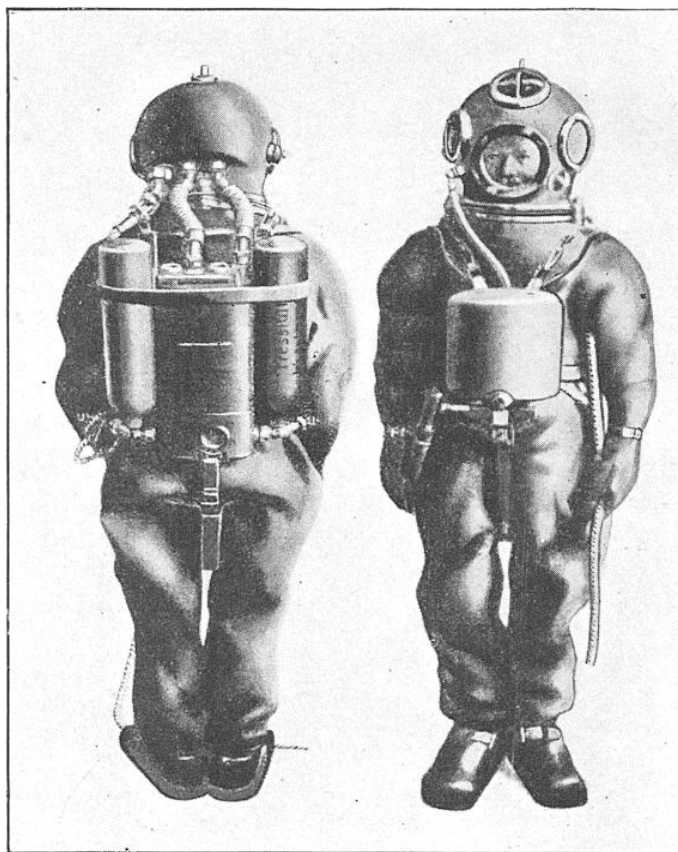


FIG. 2. — SCAPHANDRE SOUPLE AUTONOME PERMETTANT DE DESCENDRE À 60 M ET DE TRAVAILLER PENDANT 30 MINUTES JUSQU'À 40 M DE PROFONDEUR

Les réservoirs d'air comprimé sous 200 kg/cm² situés sur le dos du scaphandre assurent l'approvisionnement en air. Celui placé sur la poitrine permet de compenser la pression de l'eau à l'intérieur du scaphandre au fur et à mesure de la descente.

simple masque de caoutchouc muni d'un large hublot assurant une parfaite visibilité, alimenté par une bouteille d'air comprimé sous 150 ou 200 kg/cm². Fonctionnant dans toutes les positions, il permet de vivre sous l'eau entre vingt et quarante minutes, selon la capacité de la bouteille, sans aucune liaison matérielle avec la surface. On sait que l'inventeur a imaginé également un « habit chauffant », combinaison de caoutchouc contenant environ 30 litres d'eau à 38° C. Les mouvements du plongeur demeurent entièrement libres, l'eau de la combinaison restant à la même pression que celle qui l'environne.

C'est enfin le tour des véritables scaphandriers, dont l'équipement a reçu, depuis vingt-cinq ans, de nombreux perfec-

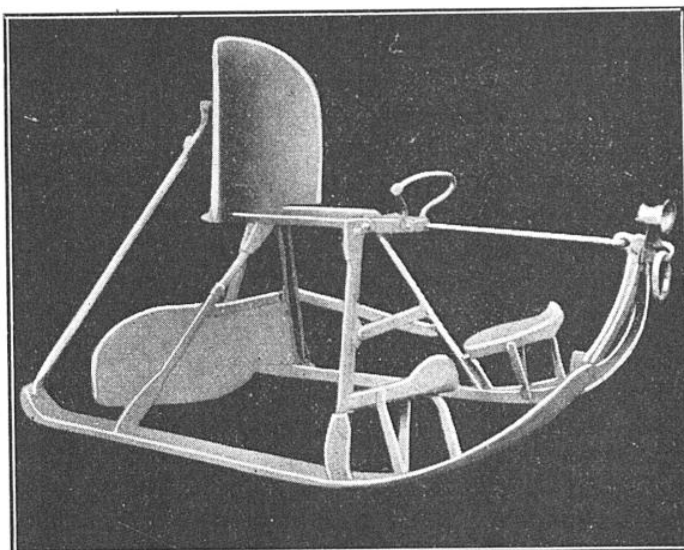


FIG. 4. — LE TRAGNEAU SOUS-MARIN QUI, REMORQUÉ PAR LE BATEAU SE DÉPLAÇANT À LA SURFACE DE L'EAU, FACILITE LES DÉPLACEMENTS DES SCAPHANDRIERS

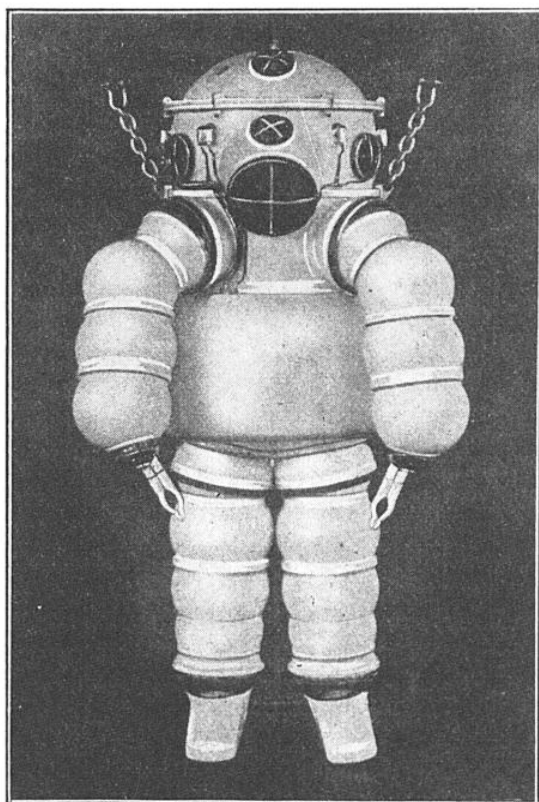


FIG. 3. — SCAPHANDRE MODERNE DE GRANDE PROFONDEUR AVEC LEQUEL ON PEUT MAINTENANT PLONGER AISÉMENT JUSQU'À 200 M

tionnements, et qui exécutent sous l'eau des travaux de découpage au chalumeau ; et, pour terminer, la présentation d'un scaphandre de grande profondeur donne au public une idée des puissants moyens mis en œuvre par la technique moderne du relevage et de la récupération des épaves des navires.

Les scaphandres modernes

Le scaphandre souple utilisé le plus couramment (1), longtemps tributaire de l'extérieur pour son alimentation en air respirable, ne permettait guère de descendre à plus d'une vingtaine de mètres de profondeur. Aussi l'un des progrès les plus notables, dans ce domaine de l'exploration et du travail sous-marins (2), fut-il la mise au point du scaphandre dit « autonome » — qui ne dépend plus de l'extérieur — grâce auquel il est possible de descendre jusqu'à 60 m. Les récipients d'acier dans lesquels l'air est comprimé sous 200 kg/cm² forment une réserve suffisante pour alimenter le plongeur pendant plusieurs heures (3).

Pour conserver à son équipement une certaine souplesse malgré la pression extérieure, un récipient d'air comprimé spécial assure la compensation, à l'intérieur du scaphandre, de l'augmentation de la pression de l'eau

(1) Il a été imaginé en 1797, à Breslau (Allemagne).

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 87, page 245.

(3) À 40 m, le séjour sur le fond peut durer normalement 1 h 30 mn ; à 30 m, 2 h ; à 20 m, 3 h ; à 10 m, 3 h 40 mn.

au fur et à mesure de la descente. La profondeur *pratique* de plongée est cependant limitée à environ 40 m, car la remontée présente, on le sait, certains dangers. Sous l'influence de la pression, l'azote de l'air se dissout dans le sang. Il peut, si la décompression est trop rapide, se dégager brusquement et provoquer des accidents mortels. Aussi l'ascension se fait-elle par étapes (1) dès que la profondeur atteinte dépasse 15 m. Ainsi la montée, à partir de 40 m de profondeur, ne dure pas moins de 1 h 35 mn, soit plus longtemps que le séjour au fond, qui ne dépasse pas lui-même 1 h 1/2. C'est pourquoi, aux très grandes profondeurs, les scaphandres souples doivent céder la place aux scaphandres rigides articulés, ou même constitués par une tourelle étanche et rigide, munie de hublots, dans laquelle le plongeur ne peut évidemment plus jouer que le rôle d'observateur et de guide pour les travaux exécutés au fond. On se souvient que, lors de la récupération du trésor du paquebot *Egypt*, coulé par 120 m de fond à 40 km des côtes bretonnes, l'on fit appel précisément à ces appareils dont l'un ne pesait pas moins de 400 kg (2). Naturellement, ce scaphandre emporte la réserve d'air nécessaire, et l'air vicié est chimiquement fixé, comme dans un sous-marin, au moyen de potasse caustique.

Le traîneau d'exploration sous-marine

Voilà pour la plongée ; voici maintenant les équipements auxiliaires les plus récents qui accroissent aujourd'hui la sécurité du plongeur et facilitent son travail. Citons d'abord la « poulie de fond » Dräger. L'appareil comprend un poids (fig. 5) surmonté d'un axe portant une poulie fixée à l'extrémité de bras mobiles. Le plongeur est ainsi

(1) Chaque fois que la pression diminue de moitié, le mouvement doit être arrêté pour donner au plongeur le temps de s'accoutumer aux nouvelles conditions auxquelles il est soumis. On remédie aux maux auxquels l'homme peut être soumis en le plaçant rapidement dans une chambre de recompression dans laquelle la pression peut être lentement diminuée. On a également essayé de remplacer l'azote de l'air emporté par le plongeur par l'hélium, qui n'offre pas les mêmes dangers.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 168, page 477.

retenu dans le sens horizontal par le câble enroulé sur la poulie, ce qui lui permet de lutter contre les courants du fond, parfois très violents.

De même, l'emploi d'une bouée complètement immergée — par suite soustraite au mouvement de la houle — donne au câble relié au scaphandre une immobilité relative rendant plus aisés les mouvements du plongeur.

L'éclairage sous-marin présente également une importance particulière. Jusqu'à 50 m de profondeur, il suffit d'une lampe portée par le scaphandrier. On sait aujourd'hui en réaliser dont la puissance atteint 2 000 W. Malgré leur poids (22 kg à l'air libre), il faut cependant les lester de 12 à 15 kg pour assurer leur immersion. Des projecteurs indépendants plus puissants, équipés de lampes à incandescence de 3 000 bougies et plus, sont nécessaires pour les grandes profondeurs et aussi pour le travail de nuit. Leur étanchéité est assurée par une surpression de l'air à l'intérieur du projecteur, en vue d'équilibrer automatiquement celle de l'eau à l'extérieur.

Enfin, pour les recherches sous-marines d'épaves dont la position peut rarement être repérée à l'avance avec une précision suffisante, un traîneau spécial a été mis au point pour faciliter les déplacements du scaphandrier.

Eclairé par des projecteurs, le traîneau sur lequel il a pris place est remorqué au moyen d'un système de câbles et de treuils munis de freins. Un dynamomètre à bord du remorqueur, à la surface, indique à chaque instant la tension du câble selon la nature du fond. Lorsqu'un obstacle arrête le traîneau, la tension du câble devient trop forte et le frein cède. Le traîneau ne repart que lorsque le scaphandrier l'a libéré.

Le chalumeau oxyhydrique est l'arme du travailleur moderne de la mer

En dehors des missions de simple observation confiées au scaphandrier (visites de coques ou d'hélices de navires, de parties immergées d'ouvrages d'art, ponts, barrages, etc.), le travail qui lui incombe le plus souvent consiste dans le découpage de pièces métalliques (récupération des épaves). Le

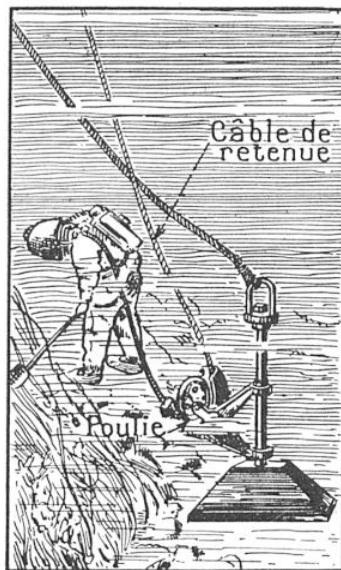


FIG. 5. — LE CÂBLE PASSANT SUR LA POULIE MAINTIENT LE PLONGEUR CONTRE LES COURANTS SOUS-MARINS

chalumeau employé à cet effet utilise généralement la haute température (3 100° C) de combustion de l'acétylène dans l'oxygène. Pour obtenir le rendement maximum, la pression des deux gaz doit être réglée avec assez de précision, condition difficile à réaliser sous l'eau. D'autre part, le chalumeau ordinaire a dû subir quelques modifications. C'est ainsi que la flamme jaillit dans un espace d'où l'eau se trouve chassée par la pression des gaz, et que l'allumage est souvent réalisé grâce à l'élévation de température résultant de l'action de l'eau sur une pastille de potassium. Les épaisseurs de métal que l'on peut ainsi découper dépassent largement la longueur de la flamme. En effet, lorsqu'un point d'une pièce de fer est porté au rouge, il suffit, théoriquement, de diriger sur lui un jet d'oxygène pour que la combustion se poursuive; elle est capable, en effet, de porter au rouge la région voisine, qui, à son tour, brûle dans l'oxygène. Toutefois, cela ne suffit pas pratiquement, et on fait appel, durant toute l'opération, à la chaleur dégagée par la flamme oxyacétylénique pour mener à bien le travail de découpage.

Parmi les appareils les plus récents, certains utilisent également la flamme oxhydrique (hydrogène brûlant dans l'oxygène),

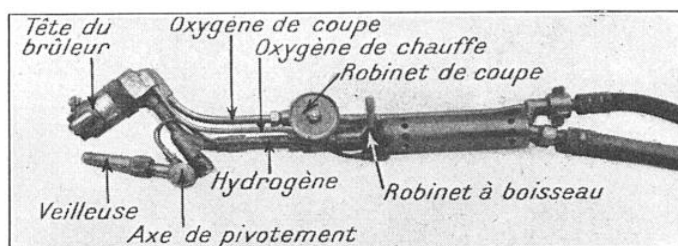


FIG. 6. — CHALUMEAU OXHYDRIQUE (OXYGÈNE-HYDROGÈNE) UTILISÉ POUR LE DÉCOUPAGE SOUS L'EAU

La veilleuse, alimentée par des tubes spéciaux, permet de rallumer instantanément le chalumeau en cas d'extinction.

qui conserve une stabilité remarquable, quelle que soit la profondeur. Le chalumeau comprend alors trois entrées de gaz : une pour l'oxygène de coupe dans lequel brûle le métal incandescent, une pour l'oxygène de chauffe, une pour l'hydrogène. La flamme jaillit dans une chambre de faible volume, où s'effectue le mélange oxygène-hydrogène, et qui est protégée du contact de l'eau par les gaz mêmes de la combustion. Bien réglée, elle ne peut s'éteindre (1). Une veilleuse alimentée en hydrogène et oxygène par deux tubes spéciaux permet cependant de procéder aisément à l'allumage sous l'eau.

On voit que la puissance des outils qu'utilisent aujourd'hui les plongeurs n'a pas progressé d'une manière moins remarquable que l'équipement même des appareils de plongée. La technique moderne du travail sous-marin tend à accroître de plus en plus, non seulement la profondeur atteinte, mais aussi la durée du séjour effectif sur le fond, sans oublier la sécurité. C'est grâce à ses conquêtes les plus récentes qu'ont pu être réalisées les grandes opérations de relevage d'épaves effectuées ces dernières années et dont l'Exposition des Techniques de 1937 nous donnera, pour la première fois, à échelle réduite, une image fidèle. J. MONVAL.

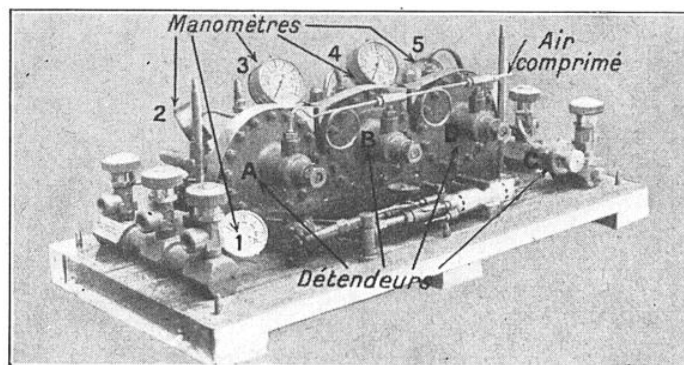
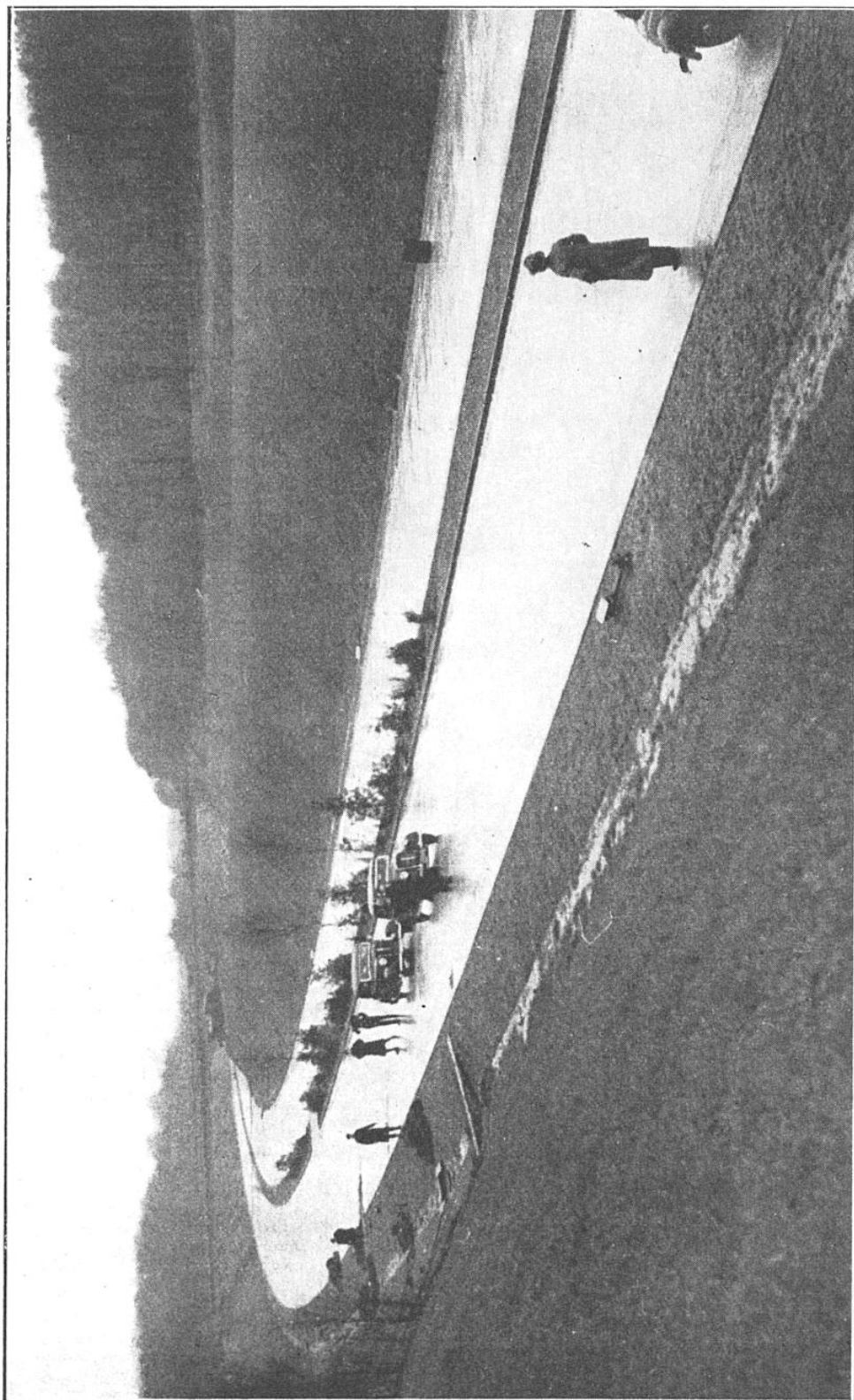


FIG. 5. — POSTE ASSURANT LE RÉGLAGE AUTOMATIQUE DU CHALUMEAU OXHYDRIQUE

Manomètres : 1, de pression des tubes d'oxygène ; 2, de détente de l'oxygène de coupe ; 3, de détente de l'oxygène de chauffe ; 4, de première détente de l'hydrogène ; 5, de détente de l'hydrogène de chauffe. — Détendeurs : A, d'oxygène de coupe ; B, d'oxygène de chauffe ; C, de première détente de l'hydrogène ; D, de deuxième détente de l'hydrogène de chauffe. La canalisation d'air comprimé sert au réglage automatique des pressions suivant la profondeur.

(1) Le réglage des pressions des divers gaz est essentiel, avons-nous dit, pour l'obtention de la flamme la plus chaude et la plus stable. Il est aujourd'hui automatiquement assuré à toute profondeur, lorsqu'il a été effectué tout d'abord en surface. L'appareillage qui autorise ce résultat comprend, en effet, des détendeurs dans lesquels la pression de l'air alimentant le scaphandrier — sensiblement proportionnelle à la profondeur — agit sur la membrane qui règle la pression des gaz à la sortie du chalumeau (fig. 5).



TRONÇON DE LA NOUVELLE AUTOSTRADÉ ESSEN-DORTMUND PEU AVANT SA MISE EN SERVICE EN DÉCEMBRE 1936

Chacune des chaussées bétonnées a une largeur de 7 m 50. Elles sont séparées par une bande gazonnée de 3 m 50. Chaque chaussée est en outre divisée en deux bandes par un joint central longitudinal. Cette division et cette disposition ont pour but de permettre aux voitures de se doubler sans danger, chacune d'elles devant demeurer dans les limites de la bande qui lui est attribuée. La largeur totale de cette autostrade s'établit donc à 18 m 50.

UNE ENQUÊTE AU PAYS DU III^e REICH

LE III^e REICH AURA-T-IL BIENTOT LE PREMIER RÉSEAU ROUTIER DU MONDE ?

Par Robert CHENEVIER

En 1933, lors de l'arrivée au pouvoir du national-socialisme, le réseau routier allemand, composé en majorité de chaussées étroites aux revêtements disparates, se trouvait notoirement insuffisant pour satisfaire aux exigences d'une locomotion routière vraiment moderne. Il faut attribuer notamment à cette situation la diffusion — relativement minime — de l'automobile en Allemagne, à cette époque, par rapport à l'Angleterre et à la France. Or, le 23 septembre 1933, le chancelier Hitler inaugurait le premier chantier du nouveau réseau des autostrades qui devait s'étendre sur 7 000 km et nécessiter une dépense de 4 milliards de marks (soit, à 8 francs le mark, plus de 32 milliards de francs). Ce réseau constituait, en effet, l'une des pièces maîtresses de son vaste programme de motorisation civile et militaire (en cas de mobilisation) et fournissait en outre — pour le plan d'exécution des grands travaux — un moyen de lutter contre le chômage. Il y avait à cette époque, dans le Reich, plus de 6 millions de chômeurs ; il y en avait 1 200 000 au 1^{er} janvier 1937. Au 1^{er} janvier dernier, 1 088 km d'autostrades avaient été ainsi livrés à la circulation ; 1 600 km étaient en construction ; 1 580 km demeuraient en projet, celui-ci ayant été néanmoins définitivement arrêté. Plus de 3 000 km doivent donc être mis en exploitation au 1^{er} janvier 1938. Du point de vue technique, chaque autostrade comporte, comme nous l'avons déjà indiqué (1), deux chaussées de chacune 7 m 50 de largeur, séparées par une bande gazonnée de 3 m 50 et bordées de deux bandes latérales de 1 m de largeur. Les revêtements ont été spécialement étudiés en vue de résister aux efforts statiques et dynamiques qu'impose la circulation à grande vitesse, notamment pour les véhicules industriels de fort tonnage, et d'offrir, en outre, une faible résistance au roulement conjuguée avec un grand pouvoir antidérapant. Ils sont constitués, dans la proportion de 90 %, par du béton, dont les éléments (sable, gravier, ciment) se trouvent précisément en abondance dans la plupart des provinces d'Allemagne. Dans ce revêtement bétonné de 20 cm d'épaisseur sont ménagés des joints de dilatation soigneusement ajustés et espacés de 12 à 20 m suivant les conditions climatiques de la région. Quant aux bandes latérales, construites en vue de supporter les mêmes charges que la chaussée et d'empêcher, en outre, la pénétration de l'eau de pluie sous le revêtement, elles sont également en béton de 18 cm d'épaisseur recouvert de 2 cm d'asphalte. En ce qui concerne le tracé des autostrades, on s'est inspiré avant tout du souci d'établir de grands courants économiques de circulation reliant entre eux les principaux centres de production industriels et agricoles, surtout dans les régions de l'Ouest. Actuellement, parmi les sections ouvertes à la circulation, rares sont celles qui dépassent 100 km. Le trafic routier cependant s'est déjà accru dans de notables proportions. Les comptages méthodiques effectués par la « Reichsautobahnen-Gesellschaft » ont démontré, en effet, que le débit des autostrades avait atteint, à plusieurs reprises, 12 000 véhicules par jour, soit 500 véhicules par heure ! Le docteur Todt, inspecteur général des autostrades du Reich, prévoit que, sur les six autoroutes qui convergeront un jour vers Nuremberg, les véhicules à traction mécanique pourront se succéder à 2 secondes d'intervalle, soit à une cadence horaire de 2 000, sans occasionner ni encombrement ni ralentissement dans le trafic.

ON a beaucoup écrit, et pas toujours avec un souci d'information exacte, sur la politique du III^e Reich en matière d'autostrades. Certains ont vu, dans la création de ces voies, matière à grand débit d'affirmation d'un programme de libé-

ralités financières destiné à servir de propagande au national-socialisme tant à l'intérieur du pays qu'à l'étranger. D'autres, les plus nombreux, ont affirmé qu'il ne s'agissait là que d'un moyen d'accroître le potentiel militaire de l'Allemagne et que le but visé était essentiellement d'ordre stratégique.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 239, page 391.

D'autres encore ont invoqué les nécessités économiques.

Or, si la première de ces raisons doit être résolument écartée du seul fait de la pénurie visible du III^e Reich en matière de capitaux, il semble bien que les deux autres ne peuvent être retenues qu'à un degré essentiellement relatif et non majeur. En s'engageant dans une politique hardie d'exécution d'un réseau complet et cohérent d'autostrades, l'Allemagne répondait à un ensemble de besoins complexes où l'économie et la stratégie avaient, certes, leur part, mais où, surtout, le défaut d'adaptation du réseau routier existant aux exigences d'un trafic automobile sans cesse accru ainsi que le souci d'employer une grande masse de main-d'œuvre non spécialisée et en chômage avaient la leur. Sur ce point capital de la hiérarchie des motifs déterminants, aucun doute ne peut être permis. Au surplus, pour s'en assurer, il n'est que de se référer aux déclarations publiques maintes fois faites par le Führer-chancelier sur la nécessité primordiale de donner du travail au peuple allemand, et aussi à en appeler directement à l'examen des faits.

Routes et transports

C'est proférer une vérité évidente que d'avancer que la route est établie en fonction de la nature du moyen de transport qui l'utilise. Or, jusqu'à l'avènement du national-socialisme, le trafic des marchandises était monopolisé par la voie ferrée dont le réseau présente une extraordinaire densité, notamment dans toutes les régions d'intense activité économique. Bien que le moteur Diesel fût déjà parfaitement au point, le régime précédent, que l'ambition autar-

chique n'habitait pas, avait paru se désintéresser de l'essor de l'industrie automobile. En un mot, et dans ce domaine particulier, l'Allemagne — cependant si développée industriellement et techniquement — était fort en retard sur des nations comme l'Angleterre et la France.

Par cela même, il s'ensuivait que le trafic routier était seulement un trafic de chemin. La route était utilisée principalement par les agriculteurs, pour leurs besoins personnels et pour le ravitaillement des agglomérations.

Dès lors, sa construction répondait tout naturellement à la nature de tels besoins. C'est pourquoi une très forte proportion de routes allemandes — même de routes nationales — comporte la moitié de la chaussée en terre battue. C'est pourquoi encore la largeur des voies routières est des plus modestes. La route qui joint Trèves à Coblence, celle qui relie le bassin de la Ruhr à Hambourg sont, dans cet ordre

d'idées, à peine comparables à une quelconque route départementale française.

Quant au revêtement et à l'entretien, les constatations sont encore plus surprenantes. La législation allemande antérieure au régime hitlérien remettait la construction et l'entretien des routes aux provinces, aux cantons et aux communes. D'où une excessive dispersion du service de voirie. D'où encore des routes mal dessinées, mal construites, mal entretenues. Chaque commune adoptait, sur la traversée de son territoire, le revêtement de son choix, si bien qu'un ruban de route de 10 km de long finissait par constituer une exposition complète de tous les types de revêtements connus.

Dès son arrivée au pouvoir, le national-socialisme entreprit de mettre fin à cet état

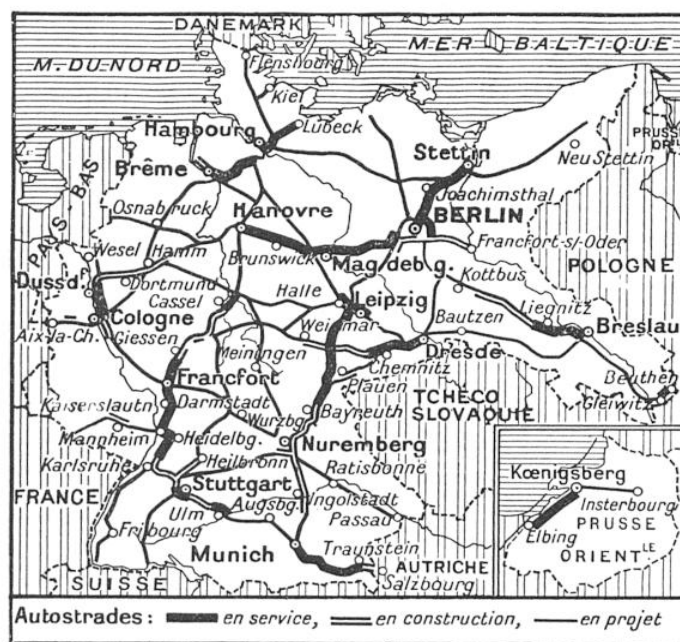


FIG. 1. — CARTE DU RÉSEAU DES AUTOSTRADES ALLEMANDES MONTRANT LES TRONÇONS EN SERVICE, EN CONSTRUCTION, ET EN PROJET AU 1^{er} AVRIL 1937

de choses administratif. Il opéra une centralisation et une unification de tous les services des ponts et chaussées. Il modifia la législation pour le plus grand préjudice du particularisme existant, mais aussi pour le plus grand profit des usagers.

En même temps, comprenant parfaitement l'intérêt national d'une motorisation civile à outrance, il donnait un essor nouveau à l'industrie automobile (1).

La création des autostrades

Mais, pour si importantes qu'elles fussent, les mesures visant la réforme du système administratif routier ne pouvaient comporter que des effets incomplets et lents. Incomplets, parce que pratiquement toutes les grandes artères étaient à reconstruire et qu'avec du vieux on ne fait jamais que du neuf médiocre. Lents, en raison des délais trop considérables que nécessitent des travaux de réfection aussi étendus.

C'est pourquoi la conception de l'autostrade, voie nouvelle tracée conformément aux besoins du temps présent ainsi qu'en fonction de ceux des temps à venir, devait rapidement s'imposer. Moins de six mois après sa nomination de chef du gouvernement, le 27 juin 1933, Adolphe Hitler entra dans la voie des réalisations. Une loi créait la

Compagnie des « Reichsautobahnen », au capital de 50 millions de reichsmarks, et avec droit exclusif de construire et d'entretenir tous autostrades ainsi que d'exploiter leurs services accessoires (pompes à essence, ateliers, installations

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 239, page 391.

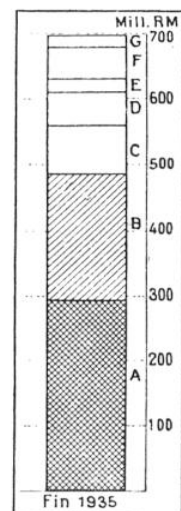


FIG. 2. — RÉPARTITION DES DÉPENSES TOTALES (EN MILLIONS DE REICHSMARKS) POUR LA CONSTRUCTION DES AUTOSTRADES ALLEMANDES AU 31 DÉCEMBRE 1935. (DERNIÈRE ANNÉE RECENSÉE) A, travaux de terrassement ; B, bâtiments, ponts et autres constructions ; C, chaussées ; D, acquisition de terrains ; E, frais de transport ; F, frais d'administration ; G, intérêt du capital engagé.

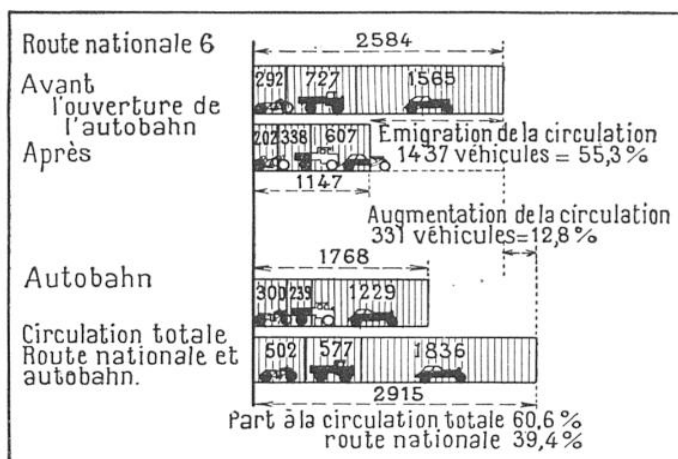


FIG. 3. — SCHÉMA METTANT EN ÉVIDENCE LE DÉPLACEMENT DU TRAFIC ROUTIER À LA SUITE DE L'OUVERTURE DE L'AUTOSTRADÉ DOUBLANT LA ROUTE NATIONALE N° 6, ALLANT DE HALLE À LEIPZIG

On voit que la route nationale a perdu, du fait de l'ouverture de l'autostrade (autobahn), 55,3 % des véhicules qui l'empruntaient normalement. Mais l'augmentation totale de la circulation pour les deux artères a atteint 12,8 %.

de chargement et de transbordement, publicité, etc.). Pratiquement, la liberté d'action de la Compagnie était de plus en plus réduite, le gouvernement du Reich se réservant la maîtrise absolue en matière des tracés des autostrades, de leur aménagement et des plans de construction.

Grâce à cette réalisation, le Führer se trouvait, du même coup, en mesure de faire face à une partie du programme qui lui tenait le plus à cœur, la lutte contre le chômage. Aujourd'hui, près de 150 000 ouvriers, manœuvres pour la plupart, sont employés sur les chantiers d'autostrades, et ce chiffre, cependant si important, est encore sujet à amplification. Au reste, afin de permettre le maximum d'embauche, il est formellement interdit de se servir des moyens mécaniques pour tous les travaux de terrassement. Les seuls outils tolérés sont la pelle et la pioche. Pour le transport des terres, la brouette. Le fait paraîtra surprenant dans un pays aussi industriellement équipé que l'Allemagne. Il n'en est que plus révélateur de la volonté ardente du chef de l'Empire de résorber le chômage.

Caractéristiques du réseau

On ne saurait dire que le réseau d'autostrades, dont le développement total doit atteindre 7 000 kilomètres, ait un noyau central vers lequel il convergera plus ou

moins, à la manière, par exemple, dont les routes de France convergent vers Paris. En fait, le tracé des autostrades allemandes a été inspiré par les grands courants économiques de circulation. D'où il résulte que nulle prédominance formelle n'est accordée à Berlin. Ou, si l'on préfère, Berlin est un nœud d'artères, au même titre qu'Essen ou que Leipzig. La carte, du reste, rend encore plus sensible cette figuration. Tout l'Est de l'Allemagne, à partir d'une ligne Breslau-

cerclé par une autostrade. Il en va de même pour les entreprises principales de produits chimiques de la région de Leipzig.

Enfin, ceux que le problème militaire préoccupe particulièrement auront quelque peine à prêter un caractère essentiellement stratégique au dessin du réseau. La zone entre Karlsruhe-Francfort-Cologne ne comporte à l'ouest aucun tracé. Et, cependant, de l'autre côté de la frontière se trouve le bassin de Briey, la trouée de Longwy-Sedan,

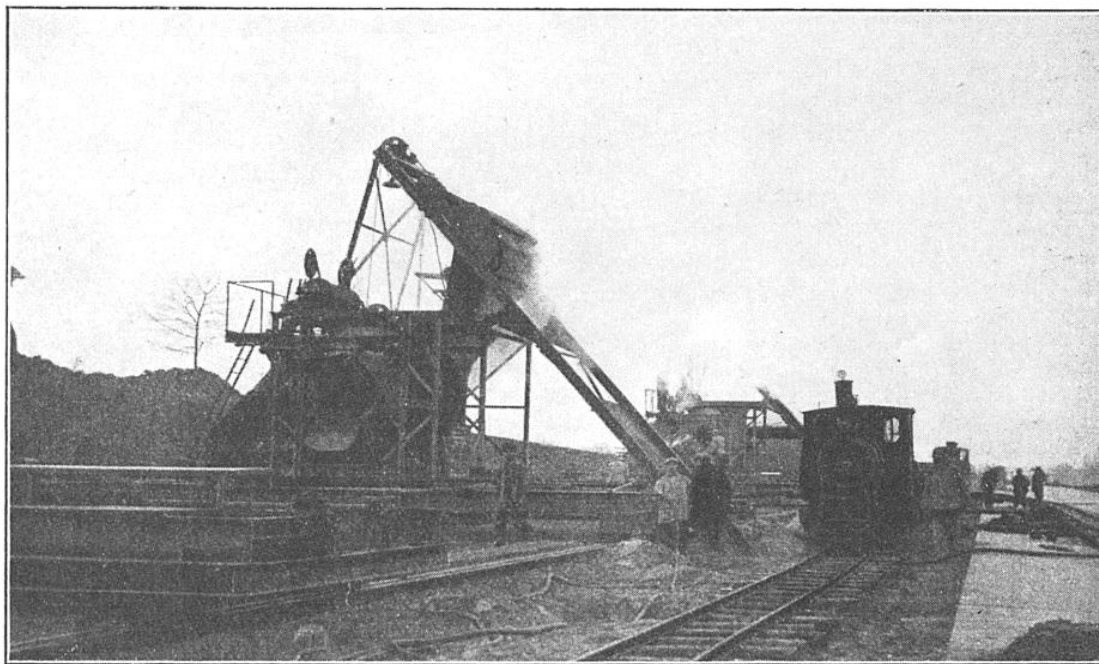


FIG. 4. — L'AUTOSTRADÉ D'ESSEN A DORTMUND ACTUELLEMENT EN CONSTRUCTION

La chaussée montante (sens Essen-Dortmund) est terminée. Les services procèdent à la finition de la chaussée descendante. On distingue, au premier plan, un malaxeur roulant à béton d'une capacité de l'ordre de 1 000 litres.

Stettin, est entièrement démunie d'autostrades. Pourquoi ? C'est qu'il s'agit là de régions agricoles pourvues de faible production et, par conséquent, de trafic médiocre. Au contraire, toute la zone du territoire à l'ouest d'une ligne Dresde-Hambourg est sillonnée d'un réseau relativement dense. Pourquoi encore ? Sinon parce que l'Allemagne industrielle, l'Allemagne agricole riche, est concentrée dans cette portion géographique.

Cela posé, on remarquera néanmoins que, tant du nord au sud que d'est en ouest, le réseau des autostrades permet une circulation directe. Tous les grands centres sont reliés entre eux. Le bassin de la Ruhr est

laquelle est en dehors des limites de la ligne de fortifications de l'est français.

La construction des autostrades

La présentation générale d'une autostrade allemande se caractérise ainsi : une voie montante et une voie descendante, chacune de 7 m 50 de largeur, et séparées l'une de l'autre par une bande gazonnée variant de 4 m 50 à 5 m de large. La voie montante comme la voie descendante sont à double courant de circulation, c'est-à-dire qu'elles permettent le doublage des voitures. Pour que ce doublage puisse s'effectuer en toute sécurité, les voies sont séparées en deux par une bande longitudinale de ciment coloré. De

chaque côté de l'autostrade est une bordure de 1 mètre de largeur. Si bien qu'en fait, d'un point extrême transversal à l'autre point extrême transversal, l'autostrade présente une largeur totale de l'ordre de 22 m, quand la bande centrale gazonnée est de 5 m.

C'est le 10 juillet 1934 qu'au départ de Francfort-sur-le-Mein, et en direction de Darmstadt, fut amorcée la construction du premier revêtement en béton pour autostrade. C'est, en effet, le béton qui domine dans les revêtements de ces routes ultramodernes. Ainsi, sur 1 000 km d'autostrades mis en service au 1^{er} janvier 1937, 91 % des revêtements étaient en béton, 5 % en bitume et 4 % en petits pavés. La teneur en ciment par mètre cube de béton oscille entre 320 kg et 350. Pour éviter des fissures irrégulières dans le revêtement, celui-ci est divisé par des joints longitudinaux que viennent couper des joints transversaux. Selon la nature du terrain, la

hauteur des déblais, l'écartement des joints transversaux varie entre 8 et 25 mètres.

Les techniciens allemands qui assument la charge de construire les autostrades ne dissimulent pas que la technique du béton pour cet usage particulier est en perpétuelle évolution et que, depuis 1934, ils l'ont sérieusement modifiée. Un problème qui retient particulièrement leur attention est celui du séchage du revêtement, sitôt sa fabrication terminée. Il s'agit, en effet, d'éviter, d'une part, que l'action du vent ou celle du soleil ne dessèche trop rapidement le béton et, d'autre part, de faire en sorte que l'action de la pluie ne retarde pas la prise de ce matériau. Dans ce double domaine, il est manifeste que l'empirisme règne en maître et qu'il ne s'agit que de cas d'espèce auxquels il ne saurait être appliqué des règles trop précises. Aussi ne s'étonnera-t-on pas si les

moyens de protection sont rudimentaires : ils se composent essentiellement de toits de protection et d'apposition sur le revêtement bétonné, de sable argileux mouillé, de chiffons ou de nattes de roseaux humides.

Un dernier mot relatif à l'antidérapage : les revêtements, s'ils demeurent toujours lisses, sont également antidérapants. A leur couche supérieure, ils se composent essentiellement de béton d'asphalte ou de béton goudronneux. L'expérience que nous avons faite nous permet d'avancer que les résultats cherchés sont parfaitement obtenus.

Les jonctions et les croisements

Une des caractéristiques essentielles d'une autostrade est la suppression directe des jonctions dangereuses et des croisements de routes. Sur cette voie moderne, l'automobiliste doit pouvoir circuler en totale sécurité, pour ce qui concerne tout au moins les dangers susceptibles de survenir par suite

d'un croisement ou de la fusion de deux voies par jonction. Dans cet ordre d'idées, la vérité oblige à dire que les techniciens allemands sont parvenus à des résultats d'une étonnante perfection et d'une grande variété de conception. En ce qui concerne la jonction, ils ont adopté des formules bilatérales ou unilatérales, selon qu'il s'agit d'un apport facile (jonction bilatérale) ou d'un apport difficile (jonction unilatérale). Sur notre figure n° 5, on verra les dessins d'une jonction bilatérale, c'est-à-dire à double rampe d'accès.

En ce qui concerne les branchements ou, si l'on préfère, les bifurcations, là encore la formule adoptée n'est pas une. Elle est adaptée étroitement à l'intensité des trafics au point de branchement. Cependant, il est une règle absolue : c'est qu'en aucun cas, le croisement des voies ne s'exécute à même niveau.

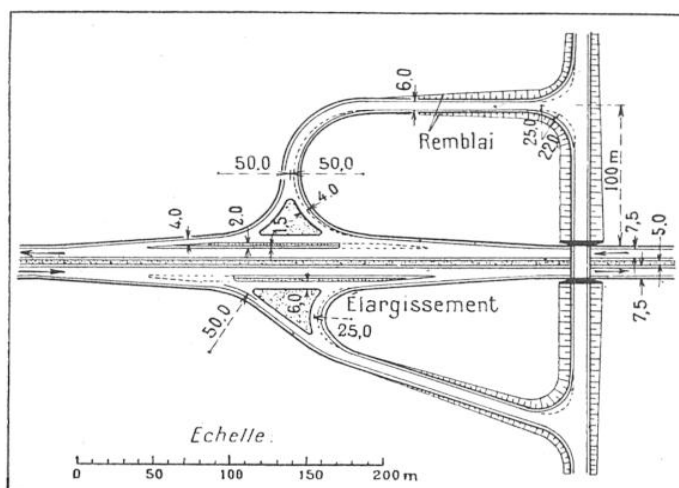


FIG. 5. — JONCTION DITE DE 1^{re} CLASSE D'UNE AUTO-STRASSE ET D'UNE ROUTE ORDINAIRE

Ainsi qu'on le voit sur cette figure, le tracé des deux rampes d'accès n'est pas identique. D'un côté, celui qui descend vers l'autostrade en contrebas, le rayon de courbure est de 50 m, tandis que de l'autre, pour la montée, il est de 25 m seulement.

Cela dit, nécessité nous sera de remarquer que la soudure d'une autostrade allemande à une route normale se traduit par un étranglement généralement brutal et trop prononcé. Autrement dit, sur une très brève longueur, laquelle souvent n'excède pas 200 m, vous passez d'une voie de 15 m de large, avec bande centrale de séparation de 5 m, à une route d'environ 7 m et sans bande centrale. Ces étranglements ne sont pas sans présenter un certain danger car

effet, 7 000 km, même de voies extrêmement modernes, en comparaison des 250 000 km que totalise le réseau routier allemand et des 630 000 km que représente le réseau routier français ? Par ailleurs, il sied de mesurer le coût élevé de la construction du kilomètre d'autostrade. Il sied encore d'apprécier ce coût par rapport au débit du trafic au kilomètre. Toute considération qui explique pourquoi les Ponts et Chaussées français se sont refusés à entrer dans cette

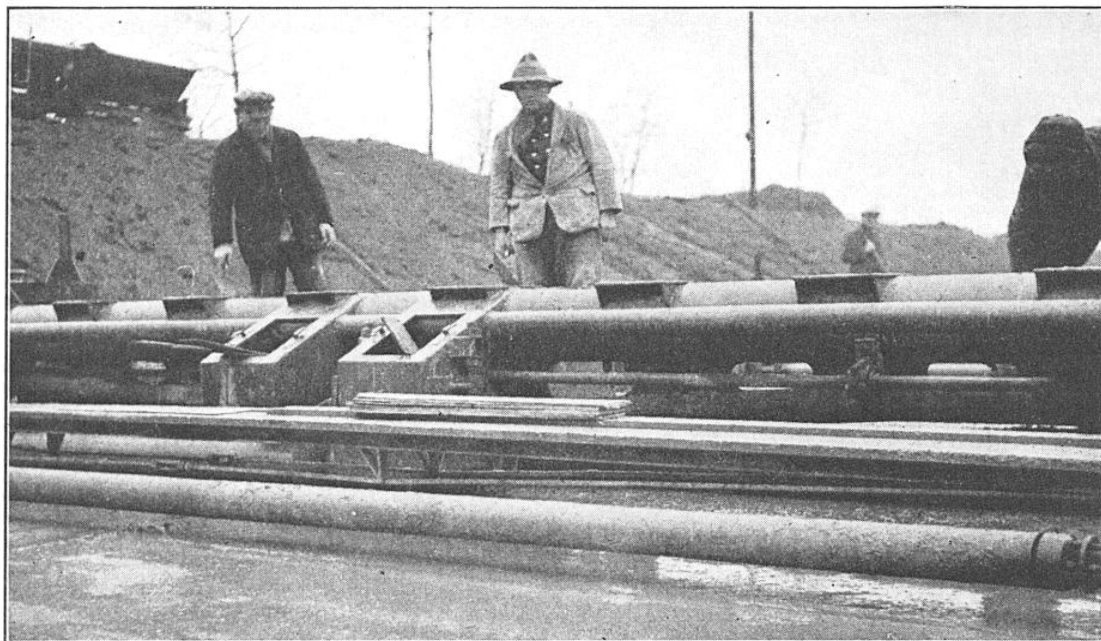


FIG. 6. — DISPOSITIF UTILISÉ POUR LE REVÊTEMENT DE L'AUTOSTRADÉ ESSEN-DORTMUND
Voici un finisseur à rouleaux pour la surface du revêtement bétonné travaillant sur une largeur de 7 m 50 et opérant perpendiculairement à l'axe longitudinal de l'autostrade.

l'automobiliste, accoutumé à circuler à grande allure sur une autostrade, est obligé de rompre rapidement sa vitesse pour reprendre sa route sur une voie normale.

L'exemple de l'Allemagne doit-il être suivi ?

L'effort allemand en matière d'autostrades ne doit pas être sous-estimé. Mais il ne saurait non plus être surestimé. Pour l'apprécier à sa juste valeur, il importe de se situer un plan général de comparaisons internationales. En effet, le plan allemand prévoit la construction de 7 000 km d'autostrades. Ce chiffre est important ; toutefois, il ne saurait faire illusion. Que représentent, en

politique de construction d'un réseau d'autostrades et ont préféré adopter une formule de grands circuits internationaux.

En somme, si l'effort allemand est des plus louables et mérite de retenir l'attention des techniciens et usagers de la route, il ne s'ensuit pas qu'il doive constituer un modèle à copier étroitement. Pour un pays dont le réseau routier est pauvre par rapport à la densité de la population, l'autostrade est peut-être une nécessité. Il n'en est pas une pour un pays que les routes morcellent au point parfois de comporter une gêne dans l'administration et dans la gestion des propriétés terriennes ou des entreprises industrielles.

R. CHENEVIER.

QUE NOUS REVELENT LES EMPREINTES DIGITALES ET PALMAIRES EN CRIMINOLOGIE ET EN BIOLOGIE ?

Par Ernest NAEF

Les dessins papillaires qui figurent sur la face pulpaire des doigts humains présentent trois caractères fondamentaux : immutabilité, inaltérabilité (sauf destruction complète des téguments) et diversité. Ce sont ces caractères qui confèrent aux méthodes de classement et de recherches dactyloscopiques, aujourd'hui universellement adoptées par les services judiciaires et les différentes polices du monde, toute leur rigueur scientifique et, par suite, leur valeur pratique. En dehors de cette application à la criminologie (enquêtes policières et judiciaires), l'étude des empreintes digitales et palmaires est aussi susceptible de fournir de précieux renseignements d'ordre biologique, anthropologique et même médical. Les patientes et récentes recherches du capitaine Henry Mutruæ (1), de Lausanne, qui a analysé plus de sept mille empreintes provenant de tous les pays de la terre, ont en effet mis en évidence des inégalités frappantes dans la répartition des principaux types de dessins digitaux à la surface du globe et montré ainsi que, dans une certaine mesure, l'empreinte d'un individu peut renseigner sur son origine ethnique. Elle peut ainsi fournir, dans le domaine pathologique, des indications non moins précises sur l'existence de troubles nerveux, de lésions cérébrales, d'anomalies mentales. Elle s'avère enfin particulièrement féconde pour le dépistage des « dégénérés. » Les travaux scientifiques du capitaine Mutruæ, docteur en sciences, ont démontré, d'une manière irréfutable, que le dessin des crêtes papillaires des êtres dégénérés, individus ramenés à une forme inférieure du type humain par un arrêt dans leur développement, pouvait être non pas seulement apparenté, mais bien identique (au sens médico-légal du mot) à la sculpture des monticules palmaires ou digitaux de certains singes ou même de certains lémurins (2). Le diagnostic de la dégénérescence résultant de l'examen des empreintes est donc devenu possible et concluant ; désormais, l'expertise médico-légale peut s'appuyer sur cette méthode. En effet, ces nouvelles bases matérielles sont plus aisément contrôlables et beaucoup moins discutables que l'analyse des sentiments affectifs, de l'intelligence ou de la mémoire, toujours subjective puisqu'elle relève du domaine psychique.

LA plus grande découverte en matière d'investigations criminelles est due à l'Anglais Henry Faulds et date de 1880. Ce savant, s'étant intéressé de façon toute spéciale aux empreintes digitales et palmaires des lémurins et des singes, prouva qu'il était possible d'utiliser ces empreintes chez l'homme comme démonstration scientifique du passage de l'individu qui les porte.

Alix et Féré ont, depuis, continué les recherches dans un cadre purement biologique, et malgré la netteté avec laquelle ces savants ont déterminé les propriétés de l'empreinte digitale dans toute la série zoologique, cette dernière a gardé un caractère

exclusivement policier. Le sens qui lui est actuellement attribué est par trop étroit.

L'étude des crêtes papillaires peut être *biologique*, parce qu'elle met en mouvement le mécanisme de l'hérédité. On sait, en effet, que, dans les tribunaux allemands, les traces papillaires jouent un rôle considérable dans les recherches en paternité, lorsque le père présumé refuse de reconnaître l'enfant naturel qui lui est attribué.

Cette étude peut être *anatomique*, parce qu'elle admet la dissection des doigts pour connaître la structure de l'empreinte et la répartition des terminaisons nerveuses sensitives sur la pulpe des doigts.

L'*anthropologie*, qui vise le caractère somatique des races, utilise avec fruit la connaissance de la structure de la paume humaine, lorsqu'il s'agit de déterminer l'origine non seulement de certains individus, mais encore de groupements.

(1) Dr H. MUTRUX : *Les troublantes révélations de l'empreinte digitale et palmaire*, Lausanne, 1937, d'où ont été extraites les illustrations de la présente étude.

(2) Ces mammifères (*makis* par exemple) occupent une position intermédiaire dans la classification entre les singes et les insectivores. Ils habitent les arbres des régions chaudes (Madagascar, par exemple).

Point n'est besoin de rappeler longuement que la *criminologie* a, depuis fort longtemps, bénéficié des découvertes de Faulds, puisque, actuellement, tous les pays du monde ont adopté le classement dactyloscopique comme base des recherches des criminels récidivistes.

L'empreinte digitale et palmaire nous offre enfin la possibilité de trouver les conditions les plus favorables à l'amélioration consécutive de la race. En effet, on peut — par sélection — éliminer les individus dont les tares psychiques sont apparentes dans le dessin papillaire.

L'empreinte digitale et les groupements ethniques

Rappelons brièvement que les dessins papillaires qui figurent sur la face pulpaire des doigts humains présentent tous ce triple caractère : *immuabilité*, *inaltérabilité* par les phlegmasies (inflammation

purulentes) non destructives de téguments, et *diversité*. Ce dessin peut, malgré la grande multiplicité des formes, être classé et ramené à quatre types bien définis :

- 1) *L'arc*, ne présentant ni angles, ni deltas ;
- 2) *La boucle gauche*, avec delta à la droite de l'observateur ;
- 3) *La boucle droite*, avec delta à la gauche de l'observateur ;
- 4) *Le verticille*, avec un delta à gauche et un delta à droite.

La reproduction que nous donnons ici même (fig. 1) illustre la définition des quatre types principaux de dessin digital.

On pressentait depuis une vingtaine d'années que la répartition des types que nous venons de citer n'était pas la même, non seulement chez deux individus, mais encore, en faisant la moyenne, chez tous les peuples de la terre. En effet, des recherches entreprises dans quelques laboratoires seulement semblaient faire prévoir des répartitions moyennes différentes, sinon d'un pays

à un autre, du moins, d'un continent à un autre. Dans une thèse récente, qui lui a valu le grade de docteur de l'Université de Lyon, un officier de police suisse, le capitaine Mutrux, a examiné plus de 7 000 empreintes d'individus dégénérés de toutes races, provenant de trente-quatre pays très éloignés les uns des autres et appartenant à tous les continents. Il a pu ainsi mettre en évidence de très grands écarts. On rencontre, par exemple, 0,0 % d'arcs chez les Chinois, alors qu'à Linz (Au-

triche), on en compte 11,18 %. Autrement dit, les peuplades à peau jaunâtre ne connaissent pratiquement pas ce type en arc, alors que chez celles de l'Europe centrale il est très fréquent. Si les boucles ne représentent que 42,0 % des types à Changhaï, elles atteignent 79,23 % à Perth (Australie). Cette dernière ville a le record de l'infériorité pour les verticilles alors que Changhaï affiche un pourcentage très élevé : 56,50 %.

Ces chiffres, dont l'éloquence est indéniable, autorisent à conclure que, dans une certaine mesure, l'empreinte digitale est capable de nous renseigner sur l'origine ethnique de l'individu. Les écarts relevés

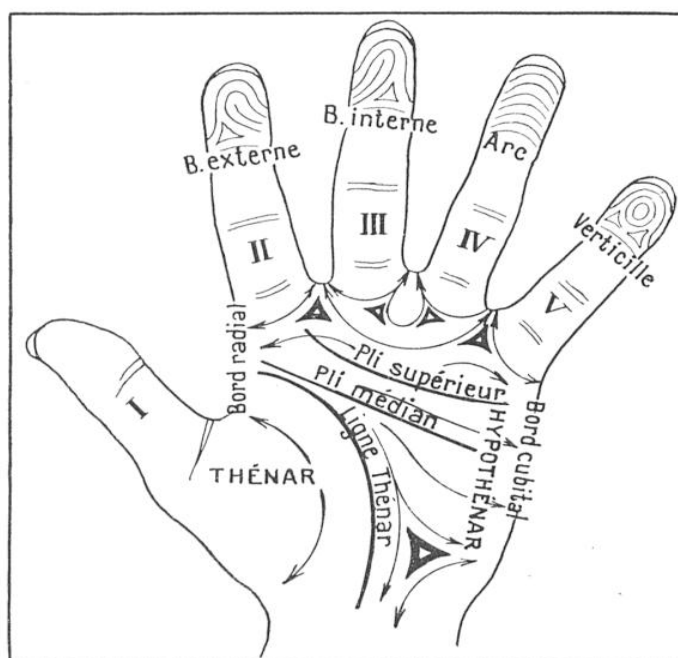


FIG. 1. — SCHÉMA MONTRANT LA DISPOSITION NORMALE DES GRANDS PLIS ET LA DIRECTION DES DIVERS FAISCEAUX DES CRÊTES PAPILLAIRES DANS LA MAIN HUMAINE TYPE, AINSI QUE DIVERS DESSINS PAPILLAIRES DES DOIGTS. Sur les doigts ont été dessinés les quatre types de dessins papillaires : boucle gauche, boucle droite, arc, verticille, qui, dans la réalité, sont répartis de manière très variable entre les doigts, ce qui confère sa valeur au classement dactyloscopique.

dans les résultats de ces trente-quatre pays sont si considérables que le doute n'est actuellement plus possible.

Il faut, chaque fois que la chose est possible, ne pas perdre de vue l'application pratique des résultats théoriques. Le fait de savoir que les arcs, boucles et verticilles ne sont ni également répartis selon les pays, ni également répartis selon les doigts, peut être d'une utilité primordiale pour ceux que leurs fonctions appellent à la réorganisation des méthodes de classement dactyloscopique. L'accumulation localisée à certaines cases dans les fichiers des services d'identification judiciaire peut être dans une grande mesure corrigée. Nous croyons savoir, d'ailleurs, que les tableaux élaborés par le capitaine Mutrux, et envoyés à certains chefs de police d'Europe, sont utilisés dans ce sens.

Le « bertillonnage » des animaux

Il existe une relation étroite entre le dessin palmaire ou digital des singes, d'une part, et de l'homme, d'autre part. Déjà, certains praticiens se sont préoccupés de l'application de ces nouvelles méthodes d'identification aux animaux : en effet, les vols de bestiaux, et les fraudes surtout, n'étaient pas rares dans les foires où l'on exposait des sujets tels que les bovidés. On put faire la même constatation dans les marchés où des propriétaires de singes ou d'anthropoïdes offraient leurs spécimens exotiques. On remarqua un jour que les propriétés de l'empreinte digitale et palmaire, depuis longtemps connues chez l'homme, étaient les mêmes chez les singes, et que d'autre part la variété des stries qui sillonnent le mufle des bovidés était, elle aussi, capable

de donner naissance à une branche spéciale de la zoologie, que l'on dénomma dès lors le « bertillonnage » zootechnique des animaux (1).

Il y a quelque temps déjà que le directeur du Jardin zoologique de New York applique cette méthode aux sujets qui sont exposés à la vue du public. Allant plus loin dans ce

domaine, ce savant, espérant tirer de ce procédé d'intéressantes conclusions concernant la psychologie des chimpanzés, des orangs-outangs ou des gorilles, a tout mis en œuvre pour en assurer une application impeccable.

Il ne nous a pas été donné d'en connaître les résultats. Ceux que nous apporte l'officier de police de Lausanne sont, par contre, du plus grand intérêt. En effet, après avoir travaillé une quinzaine de jours au Parc zoologique du Bois de Vincennes, sous la direction de l'éminent professeur Achille Urbain, puis à la ménagerie du Jardin des Plantes, ainsi qu'au Parc d'acclimatation de la Tête-d'Or, à Lyon, sans compter les Jardins zoologiques de Genève, de Lausanne et d'autres villes encore, le docteur Henri Mutrux a recueilli une collec-

tion remarquable de dessins papillaires appartenant aux kangourous, chiromys, makis (vari ou mococo), aux singes inférieurs (tamarins, saïous, capucins), aux singes moyens (cynocéphales, macaques, etc.) et aux quatre anthropoïdes (gibbon, orang-outang, gorille et chimpanzé).

Un examen d'ensemble, portant sur l'évolution du dessin palmaire et digital chez les primates, permet de formuler un certain nombre de conclusions des plus intéressantes, conclusions confirmées par des recherches

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 145, page 57.

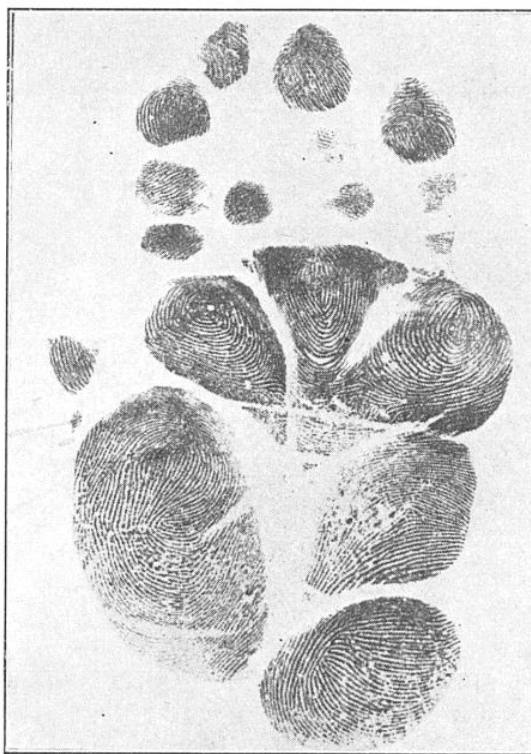


FIG. 2. — EMPREINTE PALMAIRE DROITE DU CYNOCÉPHALE HAMADRYAS (GRANDS SINGES AFRICAINS) DONT LA TÊTE A QUELQUE RESSEMBLANCE AVEC CELLE DU CHIEN

Les diverses éminences palmaires du singe sont ici très marquées et les blancs correspondent aux sillons de séparation ou grands plis de flexion.

faites dans des domaines différents de la biologie : le dessin papillaire des lémuriens, des singes et des anthropoïdes, comme celui de l'homme, est immuable, non modifiable et varié. Il permet non seulement l'identification précise de l'espèce, mais encore celle de l'individu. Hors des circonstances exceptionnelles, cette conclusion n'est évidemment guère susceptible d'apporter un élément utile pour l'enquête criminelle sur notre continent. Par contre,

quels on a injecté le sang défibriné d'un animal d'espèce différente, possède à un haut degré la propriété d'hémolyser les globules rouges de ce dernier animal, c'est-à-dire de provoquer une transsudation de l'hémoglobine hors des globules. Tous ces savants ont prouvé ainsi qu'il y avait plus de différence entre les lémuriens et les singes, entre les singes inférieurs et les anthropoïdes, qu'il n'y en a à ce point de vue entre ces derniers et l'homme.

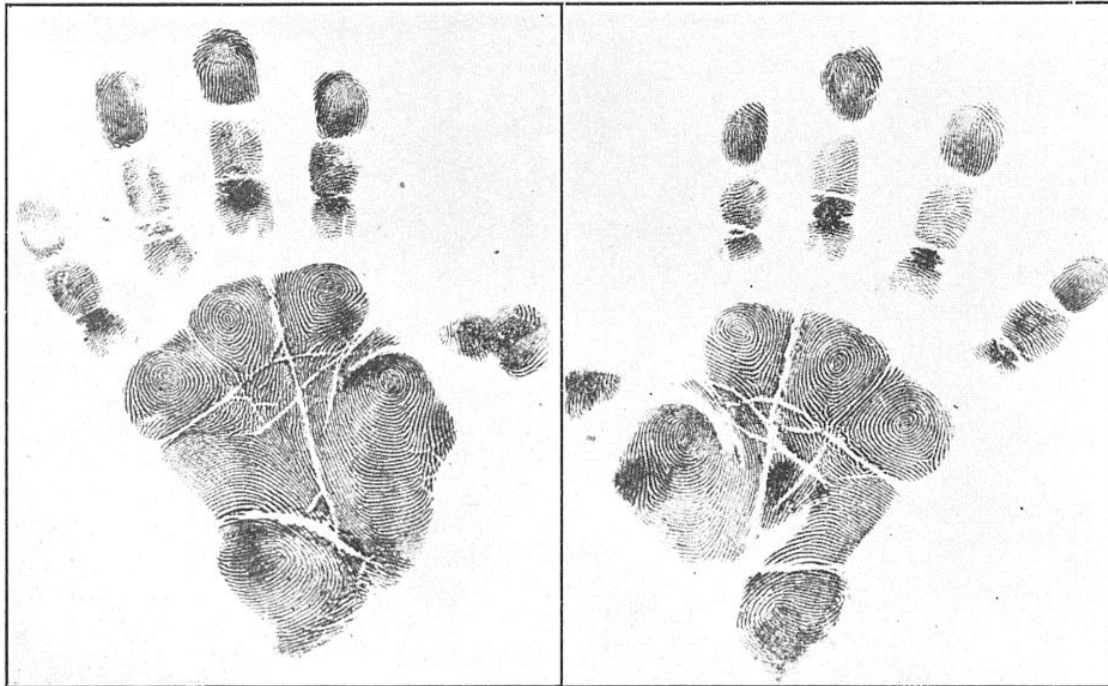


FIG. 3. — EMPREINTES PALMAIRES GAUCHE ET DROITE DU CYNOCÉPHALE BABOUIN
On notera le dessin des grands plis de flexion qui rappellent ceux de la main humaine.

elle pourra trouver une application pratique et combien merveilleuse dans les régions tropicales ou en Chine, car on n'ignore pas aujourd'hui que certains bandits chinois sont parvenus à dresser les singes pour le vol à l'escalade !

La forme du dessin papillaire est certainement subordonnée à celle des éminences et paraît être en relation étroite avec la sensibilité tactile. Mais, à notre sens, la conclusion la plus troublante et la plus remarquable est certainement celle qui fut vérifiée par les recherches de nombreux savants qui ont étudié les propriétés du sang des animaux.

Les travaux d'Ehrlich ont, en effet, établi notamment que le sérum des animaux, aux-

Or, ces constatations ont trouvé tout récemment leur confirmation la plus absolue dans les résultats obtenus par le capitaine Mutrux : car la différence entre le dessin papillaire des singes inférieurs et celui des anthropoïdes est infiniment plus considérable qu'entre ces derniers et l'homme. Le chimpanzé est le seul animal qui n'ait, au point de vue de la disposition des crêtes papillaires, aucune différence essentielle avec celle que l'on retrouve chez l'homme. Tandis que le dessin pulpaire reste typiquement constant chez les lémuriens et les singes, on assiste, chez les anthropoïdes, à la naissance de la *boucle simple*, de la *boucle double* et du *verticille ovoïde* avec deltas latéraux.

**Chez les singes et les lémuriens
les empreintes palmaires
permettent le classement des espèces**

Alors que la face ventrale de la main humaine, ou surface palmaire, présente des lignes papillaires parallèles aux grands plis de flexion : ligne thénar ou pli de flexion du pouce, pli de flexion commun des doigts, ligne de cœur, ligne

de tête, la région correspondante est, chez les singes, sculptée tout différemment. En observant le détail des stries chez l'hamadryas (fig. 2), force est de constater que le verticille règne en maître sur les éminences qui sont assez semblables à celles d'un grand chien. Le centre palmaire très profond ne donne pratiquement aucun détail. Différente est l'image que nous offre la main du cynocéphale babouin (fig. 3); le faite des monticules de la base des doigts, tout en étant strié de façon analogue à celle que l'on retrouve chez l'hamadryas, apparaît avec une netteté et une finesse supérieures. Les plis principaux de flexion, sans avoir avec leurs correspondants humains une très grande analogie, offrent cepen-

dant l'image de la diversité non seulement de main gauche à main droite, mais encore d'un individu à un autre de même espèce.

Nous ne saurions donner ici en détails la patiente étude du dessin digital et palmaire à laquelle s'est voué le docteur Henry Mutrux. Qu'il nous suffise de savoir cependant que la disposition des crêtes papillaires varie d'une espèce de singes à une autre espèce et, dans le cadre de chacune d'elles, d'un individu à un autre individu. Cette constatation nous amène à une conclusion essentiellement pratique : il est en effet possible, maintenant, de déterminer par la méthode dactyloscopique ou chirosopique

le nom de l'espèce du singe qui a donné son empreinte.

Le dégénéré humain

Doués de facultés rudimentaires, reconnaissant ceux qui vivent autour d'eux, les dégénérés possèdent un certain nombre d'instincts qui font place aux sentiments et aux affections que l'on rencontre chez les

normaux. « Ces arrêts de développement ont pour effet de reproduire des formes inférieures du type humain », a dit Maxwell. « Ils retournent, poursuit Maeterlinck, à leur liberté sauvage et malfaisante d'autrefois. » Ce seraient des cas de retour ancestral, c'est-à-dire que le dégénéré peut reproduire le type humain de la phase magdalénienne.

Ici, précisément, l'œuvre du capitaine Mutrux étudiée avec la dernière précision tous les cas de déformations de la main et des doigts que l'on rencontre chez le dégénéré humain. Une abondante collection d'empreintes de Mongoliens, complétée par de nombreuses données d'ordre dactyloscopique, fournit matière à des conclusions extrêmement troublantes. Si la disposition

des crêtes papillaires chez le chimpanzé ne présente aucune différence essentielle avec celle que l'on retrouve chez l'homme, cette même disposition chez le dégénéré humain présente des caractères en tous points révélateurs.

Le diagnostic de la dégénérescence par l'empreinte est donc possible, et le dégénéré reproduit incontestablement les formes du dessin palmaire ou digital du singe ou du lémurien. Il nous a été donné de voir des photographies d'une précision telle que le doute et l'hésitation étaient parfaitement possibles : empreinte humaine ou empreinte d'animal ?

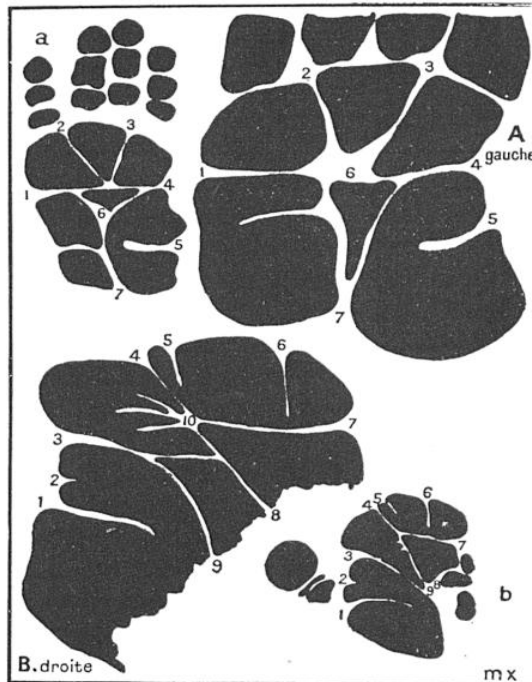


FIG. 4. — MAIN GAUCHE (A) ET DROITE (B) DU MÊME INDIVIDU DÉGÉNÉRÉ REPRODUISANT TRAIT POUR TRAIT L'UNE LE PLISSEMENT DE LA MAIN GAUCHE DU CYNOCÉPHALE HAMADRYAS (a), L'AUTRE CELUI DE LA MAIN DROITE DU MAKI-VARI (b), SINGE DE L'ORDRE DES MAMMIFÈRES LÉMURIENS

Certains individus vont même jusqu'à réunir les caractéristiques d'un animal donné à main droite et celles d'un autre animal d'espèce toute différente à main gauche. La figure 4 nous en fournit un exemple typique. Le plissement palmaire d'un individu dégénéré des plateaux de l'Irak reproduit à main gauche, trait pour trait, celui du cynocéphale hamadryas, tandis que la disposition des grands plis à main droite est exactement celle du maki-vari.

En étudiant dans le détail le dessin éminenciel chez l'homme et en comparant la disposition des crêtes papillaires à celle que l'on rencontre chez les lémuriniens et les singes, les mêmes constatations s'imposent, et nous laisserons au lecteur le loisir d'établir lui-même les rapprochements voulus.

Si l'on trouve des relations évidentes entre le dessin des parties correspondantes chez l'homme et chez le singe, on remarque encore un certain nombre d'autres faits non moins troublants. Le dessin digital, ou pulpaire, chez l'homme dégénéré peut être non seulement semblable, mais encore *identique* au sens médico-légal de ce mot. En effet, la figure 5 nous en donne la preuve : les tourbillons, ou verticilles humains, peuvent être la reproduction exacte de la sculpture monticulaire de certains singes.

Déjà Féré avait découvert que certains dégénérés présentent les mêmes dessins digitaux que les singes. Ainsi donc, la vieille chiroscope n'est pas de la fantaisie pure. Il sied cependant de s'entendre. On ne croira pas que l'on puisse sérieusement prédire, en examinant la paume, le nombre des enfants ou les infortunes conjugales ! Ce qu'on peut affirmer, sans de trop graves chances d'erreur, c'est l'existence de troubles nerveux, de lésions cérébrales, d'états dégénératifs,

d'anomalies mentales. En un sens, cela n'exclut pas les pronostics : si l'on ne peut pas, à l'aide des lignes de la main, dire la « bonne aventure », on peut, du moins, dans de nombreux cas, annoncer à de malheureux prédisposés de très fâcheuses aventures.

Les applications pratiques de l'étude dactyloscopique aux expertises médico-légales

Le domaine psychique est une éternelle tempête, un devenir sans cesse fuyant. Les sensations se substituent les unes aux

autres, en une marée sans cesse montante et sans cesse écroulée. Les sentiments affectifs ne sauraient se mesurer en aucune unité chimique ou physique actuellement connue. Le sens moral et les impulsions sont des éléments avant tout subjectifs. La médecine légale et cette autre branche de la médecine qu'on nomme la « psychiatrie » ont déterminé un certain

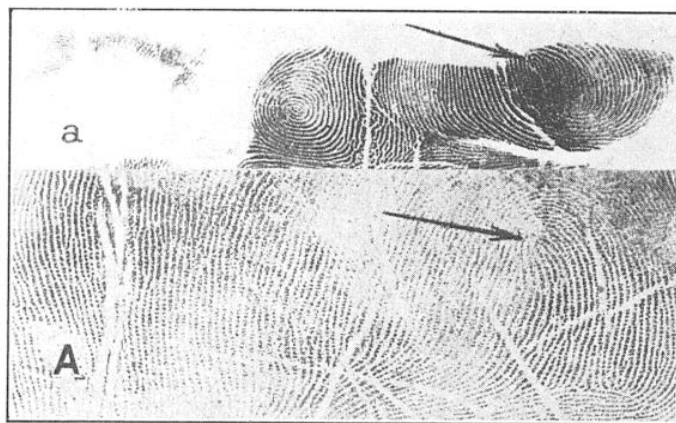


FIG. 5. — LE DESSIN PAPILLAIRE D'UN DÉGÉNÉRÉ HUMAIN PEUT REPRODUIRE DANS SES DÉTAILS LES FORMES CARACTÉRISTIQUES DE CERTAINES ESPÈCES SIMIQUES. A est l'empreinte de l'anse hypothénar d'un dégénéré humain et a est la même empreinte pour un cynocéphale babouin. Les flèches indiquent les éléments géométriquement semblables parmi les crêtes papillaires des deux empreintes.

nombre d'affections mentales, mais n'ont jamais pu fixer les limites extrêmes de la folie, ni reconnaître de façon certaine l'étendue de cette zone mixte dans laquelle on rencontre des individus qui ne sont ni fous, ni sains d'esprit, et que l'on a désignés d'un terme vague : les dégénérés.

L'expertise médico-légale donne rarement des conclusions fermes et le médecin termine généralement son rapport de façon évasive et parfois sibylline. Examiner un sujet, c'est analyser ses sentiments affectifs, son sens moral, ses impulsions, son intelligence, sa mémoire, ses maladies antérieures.

Les arriérés, les déséquilibrés, les excentriques, les impulsifs, les incohérents, les irascibles et les obsédés sont pourvus de dessins digitaux et palmaires qui se différencient de ceux des individus normaux par des stigmates et des signes visibles et cer-

tains. Les arrêts de développement, nous l'avons vu, ont pour effet de reproduire des formes inférieures du type humain ; il est donc possible actuellement de se baser sur des faits et non sur des suppositions. Les individus contemporains qui sont organisés physiquement et mentalement comme l'homme préhistorique s'accommodent mal de notre civilisation, et reproduisent des types humains de l'époque magdalénienne.

Supposons maintenant que l'expert, quel qu'il soit, puisse compléter utilement son étude en fouillant une empreinte nette, parfaite ; il aura à sa disposition des éléments extrêmement révélateurs. Tiendra-t-il pour normal un individu qui a des empreintes de singe ? Certainement non ! Il est permis maintenant d'entrevoir toute l'utilité d'une pareille découverte. Médecins, avocats, éducateurs, policiers, criminalistes, ethnologues,

chiromanciens même, vont pouvoir enfin tabler dans une très large mesure sur des éléments simples et aisément contrôlables.

Les conclusions de l'examen des empreintes sont-elles à ce point de vue indiscutables dans un sens comme dans l'autre ?

Il faut se garder d'oublier que l'être humain normal et idéal n'existe pratiquement pas, que les limites séparant le domaine de certaines dégénérescences psychiques de celui de la santé morale sont quasi impossibles à déterminer, que le génie et la folie sont souvent très voisins, que quelques dégénérés manifestent dans certaines occasions des traits d'une lucidité très normale et d'une intelligence très supérieure dans une direction donnée.

Enfin, il ne faut pas oublier que, dans ce monde, *rien n'est absolu*.

ERNEST NAEF.

Pour 1 000 habitants, la France enregistrait, en 1934, 15 (approximativement) décès contre un peu plus de 13 en Italie, un peu moins de 12 en Grande-Bretagne, près de 11 en Allemagne et environ 8,5 pour les Pays-Bas. Notre pays est donc celui où l'on meurt le plus ! Comme on l'a très justement fait remarquer : « La science de la vie, c'est l'hygiène » (1). Supposons que la mortalité française n'atteigne que le niveau de celle de la Hollande par exemple : chaque année, nous réaliserions un gain de population équivalent à celle d'une ville comme Bordeaux (le dernier recensement en fait la quatrième ville de France, avec 258 348 habitants). Quand on songe que le pays de Pasteur détient le record en Europe des décès par tuberculose et typhoïde pour les adultes de vingt à quarante ans !... C'est un truisme de redire ici que l'habitation insalubre, encore si répandue en France, constitue l'un des principaux facteurs de cette mortalité excessive. Lorsqu'on construit, dans une agglomération urbaine, 100 logements dits « à bon marché », l'Allemagne — pour ne citer qu'un exemple — en a élevé 1 000 ! Aussi la population de la France est-elle seulement de l'ordre de 42 millions d'habitants sur un territoire plus grand que celui de l'Allemagne, qui en renferme déjà plus de 67 millions... Il y a lieu, évidemment, de tenir compte (à côté du facteur mortalité) du facteur natalité, car ces deux facteurs sont en interconnexion. Les problèmes démographiques sont d'une telle importance qu'aucune nation — si elle veut simplement conserver sa place dans l'univers — ne doit les négliger : savoir, c'est prévoir ce que sera dans un demi-siècle le potentiel d'une race dans ce qu'on appelait jadis le « concert » européen. Les toutes dernières décisions du gouvernement italien en vue de remédier à une diminution de la natalité (22 naissances pour 1 000 Italiens en 1936 contre 27,2 en 1926) en sont un probant témoignage.

(1) Rappelons à ce propos — encore une fois, — que sur 38 000 communes en France, 100 seulement possèdent des stations d'épuration d'eaux résiduaires ; moins de 300 ont des installations et des réseaux d'évacuation plus ou moins rudimentaires

LA POLITIQUE DES LIGNITES EN ALLEMAGNE

A la suite d'une législation toute récente du gouvernement du Reich, et sous son impulsion, trois usines sont maintenant partiellement en exploitation en vue d'extraire des lignites les essences légères pour moteurs à carburation et les huiles lourdes pour moteurs à injection (genre Diesel). Ces installations, qui ont nécessité des capitaux énormes, ont été réalisés par la « Braunkohlen Benzen A. G. », en deux années environ, et leur production s'ajoute maintenant à celle de l'« I. G. » (Leuna) qui, elle aussi, fabrique des essences de synthèse à partir des goudrons de lignites. Le rôle des lignites, en Allemagne, apparaît donc comme très important, au point de vue de la production de l'énergie. C'est pour cette raison que l'Institut de Prusse avait fait dresser, en 1934, l'inventaire des gisements de lignites répartis sur l'ensemble du territoire allemand. Les résultats publiés à ce sujet permettent d'évaluer à près de 20 milliards de tonnes ces réserves de lignites dont l'exploitation peut s'effectuer à ciel ouvert, alors que, dans le sous-sol, il y en aurait au moins 40 milliards de tonnes. Pour fixer les idées, on peut donc dire que la totalité de ces réserves représente *grosso modo* 400 fois le tonnage extrait en 1935. On utilise couramment, en Allemagne, les lignites sous forme de briquettes agglomérées pour le chauffage (plus de 60 % de la production). La calorie solide de cette provenance revient moins cher qu'avec la houille. Le reste est consommé par les centrales électriques (40 % de l'énergie électrique produite) et diverses industries. Or, récemment, la synthèse chimique pour l'obtention des carburants s'est orientée vers l'utilisation des lignites pour les procédés d'hydrogénation, soit en vue de préparer les essences légères (automobile, aviation), soit les huiles lourdes (Diesel) aux applications variées. Les usines de Leuna (« I. G. ») — hydrogénation à haute pression — peuvent produire jusqu'à 350 000 t de ces carburants de synthèse. Celle de Bochlen (« B. B. A. G. »), récemment mise en marche, est prévue pour 170 000 t. A Magdebourg, une autre est également en construction pour 170 000 t. Enfin, l'installation de Ruhland (procédé « Fischer-Tropsch ») se développe notablement, afin de porter ses capacités de fabrication à 150 000 t (en 1926, elle a produit seulement 50 000 t). Le gaz destiné aux opérations de

synthèse provient des gazogènes alimentés aux briquettes de lignites. D'autres usines utilisent les goudrons de lignites (40 000 t environ). Certaines installations en voie d'achèvement (Scholven, Rauxel, Rheinpreussen, Holten, etc.) doivent compléter les usines actuelles et porter ainsi la production totale (d'ici la fin de 1937) à 940.000 t. Il faut y ajouter l'extraction du benzol des cokeries et, de cette façon, les autorités d'Empire escomptent que, d'ici 1938, elles pourront faire face à une consommation en *carburant léger* de près de 83 % (de la consommation totale) et cela en provenance exclusive du territoire national. Quant au *carburant lourd* (plus exactement combustibles liquides lourds pour Diesel, etc.), l'Allemagne est beaucoup moins avancée. En effet, elle n'en produit, à l'intérieur, que 80 000 t, alors qu'elle a consommé en outre 570 000 t d'huiles lourdes importées (1). En 1936, on évalue déjà cette consommation, en huiles Diesel, à 950 000 t, d'où la conclusion que l'Allemagne ne peut encore produire — à elle seule — que moins de 10 % de combustibles liquides (huiles lourdes) *sur son propre sol*. Tout le reste est acheté à l'étranger. Dans le but de remédier à cette situation, on poursuit activement les essais récents avec l'huile pour moteur Diesel provenant de lignites. Il paraîtrait que ces essais laisseraient entrevoir la possibilité d'accroître la production nationale en hydrocarbures liquides de ce genre. Cet apport serait d'autant plus intéressant que le produit obtenu se rapprocherait sensiblement, au point de vue de ses applications, des gas-oil livrés par les compagnies pétrolières de l'étranger. Le but de la politique allemande des carburants et des combustibles n'est-il pas — avant tout — de s'affranchir — par tous les moyens que met à sa disposition la synthèse chimique — du joug des fournisseurs étrangers. Il faut, en effet, les payer en devises appréciées — c'est-à-dire finalement en or — tant que le régime du *troc* que voudrait instituer l'Allemagne, ne pourra être *imposé* à certains de ses importateurs. Ce n'est pas le cas précisément de la puissante industrie pétrolière internationale qui jouit d'un véritable monopole de fait. La France, elle aussi, à ce point de vue, en sait quelque chose...

G. B.

(1) D'après le rapport Hirz, cet auteur estime qu'en 1935, le Reich consommait déjà 2 millions de t de *carburant léger* et 830 000 t d'*huile lourde*.

L'AUTOMOBILE ET LA VIE MODERNE

Voici le Diesel léger de construction française pour l'automobile de « tourisme ». — La carburation cédera-t-elle la place à l'injection ? — Un nouveau changement de vitesse progressif et automatique. — Politique et statistiques automobiles américaines.

Voici le Diesel léger de construction française pour l'automobile de « tourisme »

L e moteur à combustion interne à injection d'huile lourde (genre Diesel) a conquis dans la locomotion mécanique routière, la première place pour les véhicules industriels et commerciaux (transport des marchandises et des voyageurs). Mais, en ce qui concerne l'automobile dite « de tourisme » (terme impropre), quelques applications des moteurs à huile lourde, au dernier Salon de Paris, présentées notamment par deux firmes allemandes (1) : Mercedes-Benz et Hanomag en étaient les rares exemples. Or, voici qu'au dernier Salon de l'Automobile de Bruxelles (février 1937), la firme française Citroën a, elle aussi, présenté un Diesel pour automobile destinée aux usages privés. C'est un moteur à 4 cylindres (alésage 75 mm, course 100 mm), d'une puissance au banc de 40 ch (régime normal de 3 500 tours/mn), ce qui correspond approximativement, d'après l'ancienne formule fiscale, à 7 ch. On voit que, pour une puissance effective de 40 ch et une cylindrée de 1,77 litre, on obtient un rendement volumique remarquable — pour un moteur genre Diesel — de 22 ch au litre de cylindrée (le moteur à carburation à essence ne donne pas beaucoup mieux). Quant au poids, il atteint seulement 5 kg au cheval, alors que nos Diesel, pour camions par exemple, dépassent 10 kg au cheval (8 à 12 kg suivant les types).

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 232, page 261.

La vitesse de régime de ce petit moteur Citroën est de 3 500 tours/mn (au ralenti : 350 tours/mn), ce qui dénote une valeur élevée du coefficient de souplesse. Nous ajouterons que l'encombrement est de 689 mm de long sur 470 mm de large et 700 mm de hauteur totale. Il est du type à *injection directe* et à *turbulence dirigée*; l'alimentation en combustible liquide (gas oil) s'effectue, sous 100 kg/cm² de pression, au moyen d'injecteurs à trous de 2 mm et d'une *pompe d'injection* ayant un piston par cylindre de moteur (soit quatre en tout). Quant à la *pompe d'alimentation*, qui aspire le combustible dans le réservoir de gas oil, elle est semblable à celle de nos moteurs à essence ordinaires; mais il existe plusieurs filtres que doit traverser le gas oil avant d'arriver à la pompe d'injection. L'air d'alimentation est, lui aussi, filtré par aspiration. Le lancement du moteur s'effectue, au moyen d'un démarreur, directement sur le combustible. Dans les chambres de combustion, des bougies « réchauffeuses » ont précisément pour mission d'aider le départ à froid du moteur. Quand

celui-ci est lancé, il suffit de couper le courant qui alimente la bougie. Tel est, sommairement présenté, ce nouveau moteur Diesel léger pour automobiles ordinaires de petite puissance. Il y a lieu de signaler, dans sa conception comme dans sa construction, des détails techniques dont la description, minutieuse pour être précise, nous entraînerait trop loin dans cette présentation. Les tableaux de consommation

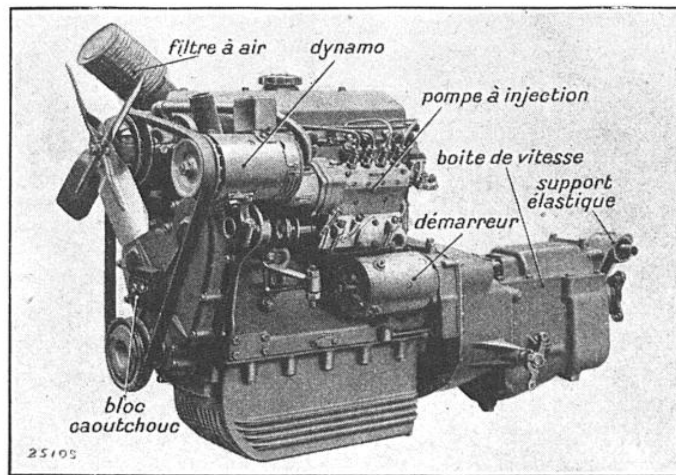


FIG. 1. — LE PREMIER MOTEUR DIESEL LÉGER CONSTRUIT EN FRANCE EN GRANDE SÉRIE (40 CH CITROËN)

Ce moteur à injection d'huile lourde possède les mêmes cotes qu'un moteur à essence de même cylindrée (1,77 litre) et pèse seulement 5 kg au cheval. On notera la suspension par bloc de caoutchouc à l'avant et support élastique à l'arrière « système pausodyne ». (Voir *La Science et la Vie*, n° 227, page 405.)

permettent d'apprécier l'économie réalisée par rapport à un moteur à carburation à essence de mêmes dimensions (75×100) : 7 litres contre 13 litres aux 100 km ; 8 f 40 contre 27 f 30 (aux cours des carburants au 1^{er} Janvier 1937). Si nous traduisons ces dépenses respectives par un exemple concret, nous dirons que, pour aller de Paris à Lyon (472 km), avec 1 500 kg de charge utile (camionnette à réservoir de 60 litres, autonomie de plus de 600 km sans ravitaillement), on dépense avec l'essence 168 f environ et avec le gas oil moins de 57 f (tarif de vente au 1^{er} janvier 1937 : 1 litre d'essence, 2 f 10 ; 1 litre de gas oil, 1 f 20). S'il nous est permis de tirer une conclusion de l'exposé ci-dessus, présenté en toute objectivité, nous dirons que, *thermodynamiquement* parlant, le moteur à combustion interne et à injection de gas oil est spécifiquement économique (moindre consommation en grammes par cheval) et (dans les conditions de vente actuelle du gas oil) *commerciallement* économique. Mais nous sommes persuadés que si ce moteur se développait dans la clientèle qui utilise actuellement le moteur à essence, l'Etat ne manquerait pas de taxer davantage encore le gas oil, comme cela se pratique du reste dans certains pays, où les droits sont *équivalents* pour les deux produits pétroliers (essence et huile lourde). A ce moment, la *seule* économie résidera dans le rendement thermodynamique de la consommation au cheval, qui jouerait en faveur du gas oil, et encore nous ne faisons pas intervenir ici l'amortissement (prix de vente du moteur plus cher en général que le moteur à explosion, frais d'entretien, durée, etc.).

La « carburation » cédera-t-elle la place à « l'injection » ?

Le carburateur sera-t-il prochainement relégué au rayon des accessoires périmés ? Telle est la question qu'a traitée récemment M. Mandel, ingénieur spécialisé pour l'étude de l'injection directe dans les moteurs à combustion interne (type Diesel). Autrement dit, le mélange combustible-air, — préparé au préalable, avant l'introduction dans le cylindre, par l'*intermédiaire* d'un carburateur — sera-t-il, au contraire, introduit *directement* à l'intérieur du moteur même ?

Ce problème se pose ainsi au point de vue thermodynamique : si on veut obtenir le meilleur rendement pour un moteur à combustible liquide, il importe que l'ordonnée moyenne de la partie supérieure du diagramme, qui correspond à la pression moyenne durant la course de détente, soit aussi élevée que possible, « toutes choses égales d'ailleurs ». Conclusion : il faut accroître le *taux de compression* du moteur.

Cet accroissement s'impose d'autant plus que l'on cherche à atteindre des vitesses de

rotation d'autant plus élevées pour réaliser le meilleur rendement volumétrique. Mais tout automobiliste sait qu'une telle augmentation du taux de compression détermine le phénomène de *détonation*, d'où l'emploi de carburants antidétonants.

De par leur constitution même, la combustion de semblables carburants est plus lente, ce qui ne permet pas précisément l'*obtention des grands régimes* pour un moteur. De plus, lorsqu'un carburant *brûle* dans de telles conditions, un refroidissement plus « efficace » à l'intérieur du cylindre s'impose, et ceci présente cet autre inconvénient de *nuire au rendement*. Au point de vue thermodynamique, ce qui importe, c'est de libérer le plus vite possible l'énergie mécanique du carburant (calories). La quantité de calories ainsi libérées par le phénomène de la combustion dans l'oxygène de l'air doit, en outre, se trouver « en harmonie » avec le mouvement du piston se déplaçant dans le cylindre. Cette condition dépend essentiellement de la vitesse de combustion du mélange *réglée* par la variation de la détente, la diminution de la température, l'abaissement de la concentration d'oxygène.

D'autre part, on sait aussi qu'un carburant est caractérisé par sa vitesse de combustion totale à *volume variable*. Pratiquement, il est difficile de déterminer cette caractéristique par une méthode rigoureuse. Aussi, au point de vue de la combustion, se contente-t-on actuellement de l'indice de cétane qui définit *seulement l'auto-allumage*. M. Mandel a fort judicieusement rappelé, à ce propos, comment se comporte un carburant lors de sa transformation par oxydation : vaporisation d'abord (1^{re} phase), d'autant plus aisée que ce carburant est plus volatil (carburants à petites molécules). Dans la combustion proprement dite (2^e phase), on constate que, pendant cette période de détente, ce sont les carburants *détonants* (de la série grasse des carbures d'hydrogène) les plus riches en hydrogène, qui s'oxydent le plus rapidement sans engendrer de dépôt (gommes, calamine, etc.) Ce fait constitue un avantage par rapport aux carburants *antidétonants*, carburés au préalable et assez *instables* (point à retenir pour le stockage de ce genre de combustibles liquides).

Sans entrer ici dans la discussion théorique des phénomènes physico-chimiques mis en cause (1), il est pratiquement admis qu'un carburant *détonant* satisfait aux conditions résultant de l'étude des deux phases (ci-dessus indiquées) de transformation du carburant à l'intérieur du cylindre. Si nous prenons le *cétane* (carbure d'hydrogène de la série saturée de la formule générale $C_n H_{2n+2}$) qui

(1) Il serait, aussi, intéressant d'évoquer les conditions dans lesquelles doivent s'opérer l'instant d'introduction et la quantité de liquide injecté afin d'obtenir à la fois le meilleur rendement et de prévenir fumée, odeurs et cognage.

renferme 34 atomes d'hydrogène ($C_{16}H_{34}$), on constate, en effet, qu'il répond bien aux conditions précédemment énoncées, mais qu'il est particulièrement détonant. Alors, pour discipliner cette détonation, il suffit de l'introduire à l'intérieur du cylindre du moteur en quantités strictement proportionnelles aux besoins de la combustion : c'est précisément l'injection. Elle doit être réglée de telle sorte que cette introduction directe soit fonction de l'allure même du phénomène de transformation chimique du carbure d'hydrogène (combustible) accomplie au cours de la combustion (oxygène de l'air).

Dans la construction mécanique, pour réaliser de telles conditions en vue du rendement optimum, certains dispositifs, délicats mais précis, ont été mis au point pour établir la commande de l'injection du combustible dans le moteur. M. Mandel a spécifié les caractéristiques que devait avoir un tel combustible pour être injecté directement. Le gas oil (qui s'enflamme entre 50° et 110° C) convient bien à cet usage, car il répond en effet aux qualités exigées pour une combustion complète et rapide de par sa constitution même (hydrocarbure saturé, homogène, à poids moléculaire élevé, etc.). Pour un tel produit normal bien défini (décret du 30 mars 1934), l'échappement du moteur à injection ne donnera alors ni odeur, ni fumée. Afin d'obtenir de semblables résultats, il faut déterminer, d'une part, la température et la pression auxquelles ce combustible liquide doit s'enflammer pour un nombre également déterminé de tours-minute du moteur, et connaître, d'autre part, la vitesse de combustion du produit défini utilisé pour son alimentation.

On voit, par ce qui précède, que les recherches de ce genre (1) sont assez complexes, même pour les techniciens, et évidemment ardues à interpréter pour les non-initiés. Elles offrent, par contre, un intérêt considérable en ce qui concerne l'avenir des moteurs à combustible liquide, car il ne s'agit rien moins que de la disparition du carburateur à plus ou moins brève échéance (2).

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 224, page 129.

(2) Nous avons, p. 448, signalé qu'en Allemagne de savants chercheurs s'efforçaient de trouver le moyen pratique d'utiliser tel quel le naphte aux sources

Un nouveau changement de vitesse progressif entièrement automatique

Pour la première fois, le Salon International de Bruxelles, qui a eu lieu au début de 1937, nous a montré une réalisation en tous points remarquable d'un changement de vitesse progressif et automatique reposant sur un principe entièrement nouveau (brevets Robin-van Roggen). Il s'agit d'une voiture de tourisme « Minerva-Impéria » à traction avant, équipée d'un moteur de 90 ch, disposé transversalement sur le châssis (d'où élimination du renvoi d'angle à l'axe moteur) et munie d'un transformateur mécanique donnant automati-

quement une gamme de vitesses absolument continue. Ainsi se trouvent éliminées, pour la plus grande facilité de conduite, la boîte de vitesses discontinues, l'embrayage et le pont. Seuls demeurent à la disposition du conducteur la pédale d'accélération et le frein pour les ralentissements. Encore la manœuvre de ce dernier devient-elle superflue pour les démarrages en côte, puisque, comme nous allons le voir, la transmission comprend une roue libre irréversible qui cale la voiture mieux que tous les freins.

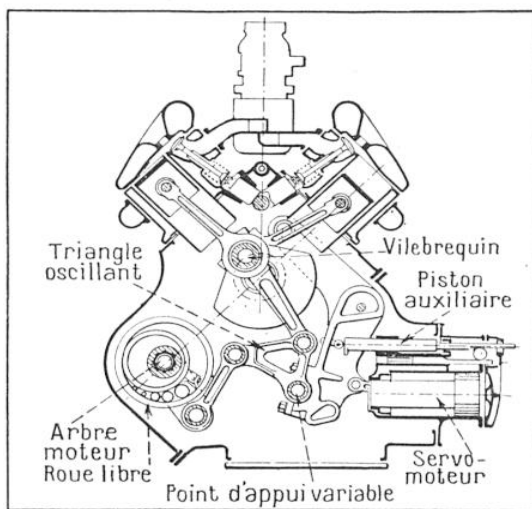


FIG. 2. — COUPE DU NOUVEAU MOTEUR « MINERVA-IMPÉRIA », 8 CYLINDRES EN V

On voit sur la figure ci-contre une coupe de ce nouveau moteur Minerva-Impéria 8 cylindres en V, de 3,6 litres de cylindrée.

Le mouvement de rotation du vilebrequin est transmis à l'axe de rotation des roues avant par quatre systèmes articulés identiques et décalés d'un quart de tour. Chaque système comprend, à partir du vilebrequin : une bielle, un triangle oscillant, une autre bielle et enfin une manivelle liée à l'excentrique de la roue libre sur l'axe d'entraînement des roues. Cette dernière manivelle se trouve ainsi animée d'un mouvement de va-et-vient d'amplitude variable

mêmes de la production (sans traitement ni raffinage). Il va de soi que le jour où une telle révolution technique s'accomplira, le problème du ravitaillement de l'aviation en sera singulièrement simplifié. Les forces aériennes d'une nation militaire dépourvue de pétrole naturel pourront ainsi « puiser » — au cours d'une invasion — aux champs pétrolifères des bassins les plus riches situés à la portée de leurs escadrilles aériennes. Ceci constitue évidemment une anticipation... Mais la réalisation est peut-être plus proche qu'on ne l'imagine, à en croire certaines indiscrétions concernant les travaux en cours activement poursuivis par des chimistes allemands...

— donc de vitesse angulaire variable (par rapport à celle du vilebrequin) — suivant la position du point d'appui du triangle oscillant. Lorsque ce point d'appui est vers la droite, comme sur notre figure, le mouvement de la manivelle est maximum ; grâce à la roue libre, l'excentrique ne transmet son mouvement à l'axe d'entraînement des roues que dans un seul sens — ici dans celui des aiguilles d'une montre — et le décalage des quatre systèmes identiques assure la continuité du mouvement résultant de l'arbre. Le rapport de réduction est alors de un à deux par rapport au vilebrequin du moteur.

Lorsque ce point d'appui se déplace vers la gauche, ce rapport augmente progressivement, jusqu'à l'infini lorsque l'axe du point d'appui se trouve coïncider avec celui des bielles de l'arbre récepteur. Alors le système de transmission est en quelque sorte au point mort.

L'axe de pivotement du triangle oscillant se déplace automatiquement grâce à un piston qui coulisse dans un cylindre où est cavoyée l'huile de circulation du moteur, à sa sortie de la pompe à huile. Ce servomoteur, commandé par un piston auxiliaire, suit donc à chaque instant le régime du moteur de telle manière que la puissance nécessaire à une certaine vitesse soit obtenue avec le minimum de tours du moteur, c'est-à-dire, en résumé, choisit automatiquement la démultiplication la plus favorable. Cette solution nouvelle et qui semble cependant parfaitement au point supprime non seulement toutes les manœuvres de changement de vitesse et de débrayage, mais encore assure une économie de combustible — que les constructeurs évaluent entre 30 et 40 % — par suite de la possibilité d'utiliser à chaque instant toute la puissance demandée au moteur et, par suite, de maintenir le rendement au voisinage de sa valeur *optimum*.

Politique et statistiques automobiles américaines

CHACQUE année, la magnifique organisation que constitue le Bureau des Standards de Washington dresse, entre autres, l'inventaire de l'industrie automobile dans le monde. Il en résulte qu'au début de 1937, près de 40 millions de véhicules (exactement 39 821 927) circulent dans le monde, dont 7 626 653 en Europe et 30 091 901 en Amérique (dont 28 millions environ rien que pour les Etats-Unis).

D'après les statistiques américaines, l'Angleterre vient en tête de l'ancien continent avec 2 123 000, devant la France qui la suit de très près avec 2 100 000. Puis viennent l'Allemagne (1 243 084), l'Italie (415 000), l'U. R. S. S. (350 000, sous toutes réserves), la Belgique (197 435). Voilà pour la circulation ; voici pour la production : Etats-Unis, 4 454 535 véhicules à moteur (sans la moto) ;

Angleterre, 451 352 ; Allemagne, 271 000 ; France, 188 000 ; Canada, 162 322 (1) ; U.R. S.S., 119 000. L'essor de l'Allemagne est à souligner, car jamais la France n'a atteint un tel chiffre, même à l'époque la plus favorable pour son industrie.

Voici encore des renseignements utiles : parmi les marques américaines, c'est Chevrolet qui tient la tête, avec 930 250 véhicules, suivi de Ford (748 254), Plymouth (au groupe Chrysler) avec 499 580 ; Dodge (248 518). Ensuite, ce sont des marques dont la production tombe au-dessous de 200 000 (Oldsmobile, 180 000 ; Pontiac, 170 000 ; Buick, 160 000 ; Hudson-Terraplane, 70 000, etc., etc.) Ces voitures, sauf la « Buick », sont vendues entre 500 et 800 dollars (de 10 000 à 16 000 f environ). La « General Motors » constitue le plus fort groupe américain (Cadillac, Pontiac, Buick, La Salle, etc.), avec 42 % de la production totale des Etats-Unis (avec 1 466 852 unités). Le groupe Chrysler, qui comprend Chrysler, Plymouth, de Soto, Dodge, etc., construit 851 844 voitures ; le groupe Ford (Lincoln, etc.), 764 121 unités. L'exercice écoulé (d'avril 1936 à mars 1937) a enregistré un développement considérable de la fabrication des véhicules industriels, dont le nombre est passé de 180 000 unités en 1932 à 611 644 en 1936, ce qui représente la plus forte production des véhicules industriels et commerciaux dans le monde (2).

(1) L'industrie automobile au Canada est presque exclusivement représentée par des filiales de Sociétés constructrices américaines. Par ordre d'importance, on peut citer : « General Motors of Canada », « Chrysler Corp. of Canada », « Ford Motor Co of Canada », « Hudson-Terraplane », « Studebaker Corp. of Canada », « Graham-Paige », etc. Le nombre d'entreprises est évalué au total à quatorze, qui exploitent vingt usines de fabrication ou ateliers de montage (les pièces détachées étant envoyées en grande partie des Etats-Unis). Le capital investi dans l'industrie automobile canadienne s'élève à 34,5 millions de dollars, et le personnel occupé à environ 15 000 ouvriers. La production de 1936 (162 322 véhicules) est en diminution sur les années précédentes (173 000 voitures en 1935). Le Canada occupe la troisième place dans le monde parmi les pays exportateurs d'automobiles (64 300 véhicules en 1935).

(2) Aux Etats-Unis, les impôts provenant de l'automobile représentent environ 20 milliards de francs, ce qui correspond à une charge annuelle de 800 f par véhicule. M. Charles Faroux estime qu'en France cela serait équivalent à 3 000 f. Or, il fait judicieusement remarquer qu'en France la cylindrée moyenne est de l'ordre de 1 500 cm³ seulement, alors qu'aux Etats-Unis, elle oscille autour de 3 500 cm³, d'où cette déduction : le cheval automobile coûte chez nous 8 fois plus qu'en Amérique. Cela tient d'abord à ce que le carburant n'y est vendu qu'à raison de 1 f environ le litre. Une voiture américaine consomme en moyenne, par an, 2 200 litres. D'autre part, les frais d'assurance, de garage (sans parler de celles qui « couchent » dans la rue), d'entretien sont beaucoup plus faibles qu'ici. Non seulement il n'est pas rare qu'un propriétaire de voiture paye plus de 2.000 f de prime par an (pour une garantie très limitée), mais encore la location dans un garage représente, à l'année, souvent plus de loyer pour une modeste voiture qu'un logement ouvrier dans une grande ville. Autrement dit, en France, la politique de l'automobile est, en quelque sorte, antidémocratique, et voilà pourquoi ce mode de locomotion s'y développe moins que dans la plupart des autres pays.

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 JAPON ET LES JAPONAIS

LORSQU'EN 1853, les navires de guerre américains, sous les ordres du commodore Perry, forcèrent les ports du Japon et brisèrent la barrière virtuelle qui isolait depuis 250 ans l'empire du Soleil levant du reste du monde, les Etats-Unis pensaient, en l'initiant à la civilisation occidentale, en faire un client fidèle pour leur production industrielle en quête de débouchés. En moins d'un siècle, au contraire, le Japon a su conquérir sur tous les marchés extérieurs une place de premier plan et c'est un nouveau et dangereux rival que les nations exportatrices rencontrent aujourd'hui sur les routes commerciales du monde.

Les pays les plus évolués industriellement se trouvent même maintenant concurrencés jusque sur leur propre territoire en dépit des barrières douanières dont ils s'entourent, on peut dire sans exception. Tous ils tendent actuellement, à des degrés divers, consciemment ou inconsciemment, vers ce système d'économie en circuit fermé que les techniciens appellent « autarchie » et dans lequel les besoins de tous ordres doivent être satisfaits à l'aide des seules ressources intérieures du pays, sans faire appel — autant qu'il est possible — à la production étrangère. Il se trouve précisément que les bases générales de l'économie japonaise étaient, au milieu du siècle dernier, l'autonomie et l'autarchie la plus rigoureuse, toutes communications étant coupées avec les nations proches ou lointaines.

Au cours d'une longue période de stagnation, le Japon était parvenu à un état d'équilibre stable, la population se maintenant, pour les trois îles de Hondo, Kiushiu et Shikoku, entre 26 et 33 millions d'habitants. L'intervention étrangère a rompu par la violence cet état d'équilibre.

Avec l'industrialisation se produisit un bond formidable : le chiffre de la population atteignit 45 millions d'habitants en 1900, 51 en 1910, 58 en 1920, 65 en 1932 ; il continue à s'accroître de 800.000 à un million d'âmes chaque année. Aussi le Japon est-il dans la nécessité absolue de chercher de nouveaux espaces et de nouvelles possibilités de vivre pour le trop-plein de sa population.

Le général allemand K. Haushofer, professeur à l'Université de Munich, dans un

ouvrage (1) traduit récemment par le docteur Montandon, professeur d'ethnologie à l'Ecole d'anthropologie, a analysé les traits principaux du puissant mouvement d'expansion qui caractérise le Japon industriel moderne. Etablie d'après l'édition allemande de 1933, cette traduction fait état de statistiques déjà anciennes ; or, l'évolution économique, industrielle et politique de l'Extrême-Orient est particulièrement rapide. Cependant, les indications d'ordre général que donne cet ouvrage pour ce qui concerne les traits caractéristiques de l'économie japonaise et les lignes générales de son développement méritent de retenir l'attention plus que ses chiffres, dont la plupart remontent à cinq ans et plus.

Le général Haushofer, qui connaît bien le Japon pour y avoir longuement séjourné, est, en Allemagne, comme le souligne le docteur Montandon, le chef de l'école géopolitique, c'est-à-dire de la géographie dynamique « basée sur la part pour ainsi dire active qu'elle prétend distinguer dans l'action du milieu sur l'action de l'homme, sur la formation même de la race, sur l'aspect, l'enlacement et la succession des événements ». La population japonaise, cantonnée dans un groupe d'îles finement découpées à l'extrémité la plus orientale de l'Extrême-Orient, a subi des influences profondes du fait de sa position géographique en bordure du plus grand océan du monde.

D'abord celle des courants marins froids et chauds qui baignent les côtes de l'archipel japonais ; celle aussi des « moussons », qui avec la régularité d'une horloge font alterner les vents d'été humides et lourds de pluie venant de la mer avec les vents d'hiver, secs et froids, venant du continent asiatique. Il en résulte, du point de vue des caractéristiques climatiques, que le Japon est la contrée la plus tempérée et la plus harmonieuse de l'Extrême-Orient et que les phénomènes météorologiques s'y succèdent avec une régularité soumise à des lois que nous ne connaissons pas en occident. Le général Haushofer voit là une explication de l'« impersonnalité » de l'individu japonais et de sa

(1) *Le Japon et les Japonais*, Géopolitique du Japon, par K. HAUSHOFER. Franco : France, 32 fr 20 ; étianger, 36 fr 20.

liaison à des contingences supra-individuelles. Il va même jusqu'à lui attribuer la durée millénaire des formes d'Etat et le rythme du développement historique de la nation.

D'autres traits du caractère japonais trouveraient de même leur interprétation dans la menace constante de catastrophes que représentent les cyclones ou taïfuns et les tremblements de terre. On a calculé, en comptant les plus petites secousses, que 1 461 tremblements de terre secouent annuellement le Japon et qu'un tremblement particulièrement violent se produit en moyenne tous les six ans et demi. Ainsi dans la formation de l'âme japonaise se trouverait combattue l'influence assoupissante d'une saison de pluie ininterrompue de quatre ou cinq semaines.

Même si l'on n'accepte pas toutes les conclusions du général Haushofer, il faut convenir que le climat japonais a favorisé dans une certaine mesure cette autarchie de plusieurs siècles. La régularité et l'abondance des précipitations atmosphériques, précises à l'époque où elles sont le plus nécessaires à la végétation, expliquent, en effet, le niveau élevé qu'a atteint la culture des plantes domestiques au Japon où, dans certaines régions dépourvues d'industrie, la densité de la population exclusivement agricole dépasse présentement 200 têtes par km². (Dans certaines régions industrielles, la densité atteint 1 000 habitants par km².)

Riz et poisson se trouvent à la base de l'alimentation japonaise (la pêche japonaise est la plus importante du monde), tandis que l'alimentation carnée et lactée joue un rôle de troisième plan. Il est curieux de noter que, mise à part la faune marine, l'animal le plus précieux pour l'économie japonaise est un insecte, le ver à soie ; le revenu de la production de la soie naturelle représente pour le Japon les 60 % de ce que rapporte cette industrie dans le monde entier. C'est sur elle, ainsi que les industries textiles qui en dérivent, qu'a été fondé le développement industriel du Japon. Aujourd'hui, il intéresse presque sans exception toutes les branches de la production, favorisé par une main-d'œuvre abondante et bon marché et par la force motrice économique

que l'exploitation de la houille blanche met à la disposition des entreprises productrices. Si le territoire de la métropole est riche en cuivre et en soufre, il ne possède, par contre, qu'en quantité tout à fait insuffisante les autres matières premières indispensables à l'industrie, notamment la houille et le fer.

Ainsi se pose au Japon moderne un double problème : problème des matières premières et problème des débouchés qui sont à la base du mouvement d'expansion auquel nous assistons présentement. Le général Haushofer reconnaît que cette expansion devenue inévitable et qu'il ne serait possible de contenir que par la force — ce à quoi personne ne voudrait se risquer — est réalisable dans deux directions opposées : sur le Pacifique (Hawaï, Philippines, Nouvelle-Guinée, Nouvelle-Zélande, Australie, Indochine, archipel malais) ou sur le continent asiatique.

Le Japon semble avoir choisi la deuxième, y estimant les résistances moins grandes. Mais le général Haushofer, évoquant les leçons de l'histoire et les arguments de sa géopolitique, estime qu'à la longue le bénéfice de l'opération poursuivie en Mandchourie doit revenir aux masses émigratrices chinoises qui prennent effectivement possession du sol et s'y adaptent sans gros effort.

Pour les mêmes raisons, il ne croit pas au maintien durable de la domination des Etats-Unis aux Philippines et à Hawaï, ni au maintien des circonstances actuelles de la colonisation dans les tranchées qui couvrent l'Australie (Bornéo, Nouvelle-Guinée), non plus que dans l'Australie elle-même. L'émigration japonaise, dans nombre de ces territoires, a déjà planté de solides jalons.

Telles sont les lignes principales du tableau dynamique qu'il brosse de l'évolution future en Asie orientale et dans le Pacifique. Le Japon semble appelé à y jouer le principal rôle. Cependant les idéologies collectivistes qui gagnent du terrain en Extrême-Orient pourraient bien interrompre son essor plus brutalement qu'on ne le pense. C'est un facteur dont il est encore impossible de mesurer les conséquences proches ou lointaines.

J. B.

CONSIDÉRATIONS SUR L'EUROPE EN ARMES

Le capitaine Liddell Hart, expert militaire anglais réputé et aux tendances « pacifistes » bien connues — ce qui donne plus de poids encore à ses appréciations, — vient de publier un ouvrage (1) consacré au réarmement européen. Parmi les idées personnelles émises par ce spécia-

(1) *Europe in Arms*, par LIDDELL HART. Faber and Faber, éditeur, Londres,

liste, nous citerons notamment celles-ci : l'introduction dans la guerre moderne des armes à répétition (automatiques et semi-automatiques) a modifié nos conceptions sur l'offensive, qui est devenue « une entreprise de plus en plus hasardeuse ». Avec la mitrailleuse, par exemple, on admet maintenant qu'un combattant dans la tranchée peut tenir en échec dix assaillants et souvent

même davantage. De là à conclure à la supériorité de la *défensive* sur l'offensive, il n'y a qu'un pas, que le capitaine Liddell Hart a allégrement franchi. D'autre part, il attribue la défaite de l'Allemagne en 1918 beaucoup plus à son effondrement économique qu'aux événements militaires proprement dits, d'où cette autre conclusion : « qu'il ne suffit pas de gagner des batailles pour gagner une guerre ». Dans cet ordre d'idées, il ajoute qu'au cours des hostilités de 1914 à 1918, ce sont surtout les « contre-offensives » qui ont déterminé des résultats stratégiques d'une certaine ampleur. En effet, l'assaillant épuisé par un gros effort, ayant mis en œuvre tous ses moyens (matériels et effectifs), se trouve relativement épuisé par rapport à son adversaire. Celui-ci, moins éprouvé dans la résistance, contre-attaque et souvent rétablit la situation (les batailles de la Marne en septembre 1914 et en juillet 1918 en sont des exemples assez probants). Passant à la « motorisation » des armées, l'auteur estime que les nouvelles divisions *mécanisées* (ou blindées) ne seront pas capables — comme certains ont tendance à le croire, en dépit des enseignements même partiels et d'une portée très limitée des combats en Espagne — de rompre un système défensif assez bien organisé, en vue d'obtenir une « décision » dès les premiers jours de l'entrée en campagne des troupes « assaillantes ». Le facteur « surprise » peut, évidemment, contribuer à atteindre ce résultat décisif, mais à la condition que l'assailli « soit dépourvu des éléments rapides motorisés susceptibles de parer immédiatement à un tel danger. De nombreux obstacles se dresseront sur le terrain de l'offensive choisi par l'ennemi, qui retarderont et compromettent l'avance de ses unités mécanisées, en dépit de leur mobilité et de la puissance de leur feu. L'adversaire réagissant alors presque immédiatement pourra déclencher une contre-attaque avec ses propres éléments blindés rapides sur un secteur où l'assaillant sera à son tour obligé de passer à la défensive. Quant au rôle de l'artillerie, — dont l'action destructive des obstacles (abris, réseaux, etc.) pour frayer le passage à l'infanterie demeure l'une des missions principales, — il offre d'abord cet inconvénient de bouleverser le terrain et les routes souvent rendues ainsi impraticables; elle nécessite, en outre, un ravitaillement intense en munitions, ce qui exige du temps et, par conséquent, ralentit son déplacement au cours même de l'offensive. D'autres considérations, notamment sur la résistance du blindage des chars d'assaut devant les progrès techniques des armes « antitanks »; sur l'emploi des gaz de combat moins redou-

tables qu'on pourrait le croire, sur l'aviation de bombardement, etc., amènent le capitaine Hart à envisager une guerre future — dans l'état actuel des moyens de combattre — comme ne devant pas beaucoup différer de celle de la campagne 1914-1918, bien que ces moyens soient et plus puissants et plus nombreux que ceux mis en œuvre il y a vingt ans. Mais un résultat paraît certain, c'est la ruine des finances du belligérant qui ne craindrait pas de jouer le rôle d'agresseur... (1).

B. G.

(1) Rappelons que les conceptions concernant l'emploi des chars dans la bataille sont fort discutées. L'Allemagne et l'U. R. S. S. ont particulièrement développé l'arme blindée et, par suite, elles sont en avance au point de vue doctrine sur la Grande-Bretagne, la France et l'Italie. Les premières divisions mécanisées ont été créées dans la Reichswehr en 1935 (voir *La Science et la Vie*, n° 231, page 204) et représentent au total plus de 1 500 chars de combat. Nous avons donné ici, à ce sujet, l'analyse, rédigée par l'un des plus éminents officiers de l'état-major général de l'armée, d'un mémoire présenté par le général Guderian, qui commande précisément l'une des divisions blindées. Il y montre, notamment, de quelle importance est l'action offensive des chars entrant dans les grandes unités mécanisées, et comment les autres armes doivent évoluer en coopération avec ces divisions blindées. Aujourd'hui, ceux que l'on appelait les « tanks » (pendant la dernière guerre) sont, en effet, très rapides et pour que l'infanterie, l'artillerie puissent suivre ces nouveaux engins, elles ont dû se transformer afin d'assurer leur coopération avec l'arme blindée. Actuellement, les divisions blindées comprennent : des *unités blindées de reconnaissance* (grand rayon d'action ; vitesses de déplacement élevées : sur route, 40 km/h, en tous terrains, 18 km/h) de protection relativement faible, assurant des missions comparables à celles dévolues à la cavalerie ; des *unités blindées de combat* destinées à l'offensive et par suite aux actions décisives (chars de l'ordre de 15 t, — légers, — blindage de 20 à 30 mm., mitrailleuses, canons semi-automatiques de 20 à 37 mm, vitesse d'au moins 20 km sur route, tombant à moins de 15 km sur le champ de bataille) ; chars de l'ordre de 30 t à armement plus puissant (pièces de 55 à 100 mm), les autres caractéristiques de ces « tanks » moyens étant semblables à celles des « tanks » légers. Il existe aussi des tanks lourds (70 t environ) destinés à agir contre les lignes fortifiées, mais qui ne font pas partie de la division blindée. Le général allemand, dont l'autorité est incontestable, estime que ces engins doivent être de plus en plus rapides, que les autres armes doivent de plus en plus agir en coopération avec les chars (infanterie, artillerie, etc.), et que la guerre de mouvement — la seule qui conduit à des résultats décisifs — exige et exigera toujours des forces de plus en plus mobiles en quantités de plus en plus grandes par rapport aux unités « lentes ». Voilà une opinion allemande différant notablement de celle formulée par le critique militaire anglais M. Hart. Nous aurons l'occasion de revenir sur ce sujet d'actualité, surtout à la suite des enseignements recueillis en Espagne, afin de tenter de partager des opinions aussi opposées... *In medio stat virtus*.

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.

Vers l'automobile sans châssis

P ARMI les tendances actuelles de la construction automobile, on constate, en effet, en Amérique, celle de la suppression du châssis, dont la marque italienne « Lancia » présente, il y a une vingtaine d'années, à Paris, une réalisation déjà poussée, et qui fut étudiée également par les ingénieurs français Sizaire. C'est le châssis qui supporte les déformations, les fléchissements, les torsions. Mais l'exemple des ponts métalliques sur les cours d'eau devait faire germer l'idée que la caisse, également métallique, de la voiture, pouvait constituer son principal élément de résistance. Dans la voiture sans châssis, c'est cette caisse qui « enveloppe » tout le mécanisme, d'où une forme plus aérodynamique et une répartition des charges plus rationnelle. La voiture est mieux équilibrée, bien centrée, plus maniable; son centre de gravité est plus bas, sa résistance plus grande, car l'élasticité de la caisse contribue à absorber l'énergie cinétique, au moment d'un choc, par exemple. En Amérique, on utilise, pour constituer ces nouvelles carrosseries, un alliage à 95 % d'aluminium, le reste étant constitué par du nickel et du chrome. Seuls, le rail principal qui entoure le bas extérieur de la caisse et les organes soutenant les supports des ressorts sont en acier. D'après Ch. Faroux, la meilleure solution consisterait dans l'établissement d'une double coquille de carrosserie — en somme, deux boîtes l'une dans l'autre, soudées ensemble par un nouveau procédé de projection de soudure mis au point, aux Etats-Unis, par la « Haskelite Co ». Ainsi pourront être supprimés tous les renforcements en acier qui alourdisaient le véhicule. Une voiture de ce genre fut présentée, il y a environ deux ans, par Fageol, et révéla, même sur mauvaises routes, l'absence de vibrations. De grands cars sans châssis ont prouvé l'excellence de cette construction au cours d'un service de longue durée. La voiture dite de « tourisme » n'est pas encore au point et on risquerait de détourner les usagers d'une solution qui a notamment le mérite d'accroître la sécurité et de diminuer le poids.

Légèreté et sécurité dans la construction ferroviaire

LES récents accidents de chemins de fer survenus en France et en Angleterre ont, en effet, démontré — une fois de plus — le peu de sécurité offert aux voyageurs par les voitures à châssis métalliques, mais à *caisse en bois* recouverte de tôle. Seule, la voiture « tout métal » est susceptible de résister aux chocs violents. Toutefois, sa construction demeurant analogue à celle de la voiture mixte (acier et bois), on ne peut accroître sa résistance sans l'alourdir considérablement. C'est pourquoi, on envisage, en France, une nouvelle solution basée sur l'emploi de la forme tubulaire à section circulaire, qui est la plus résistante. Dans la « voiture allégée » (35.450 kg contre 46.500 kg), le châssis et la caisse constituent un tout « monocoque », rigide, indéformable (1). Les extrémités sont, en outre, protégées par un caisson spécial contre les tamponnements.

Ces voitures aérodynamiques, de par leur constitution même, sont à conditionnement d'air. La suppression des parties saillantes, telles que les aspirateurs, souffleurs, et les glaces fixes évitent les tourbillons nuisibles à la pénétration du véhicule dans l'air.

Auto et radio

IL est rigoureusement exact que l'Etat d'Indiana (Etats-Unis) se proposerait d'interdire l'emploi de radiorécepteurs à bord des voitures automobiles par raison de sécurité. L'audition d'un concert détournerait, dit-on, l'attention du conducteur, et le réglage de l'appareil l'obligerait à abandonner le volant d'une main. Cette interdiction, rendue valable en Amérique, à cause de l'indépendance de chacun des Etats pour leur réglementation intérieure, léserait, on le conçoit, l'industrie de la radio,

(1) Chaque section de la caisse se présente sous la forme d'un ovale légèrement aplati sur les faces latérales, et formé par la juxtaposition de quatre quarts de coquilles cylindriques se raccordant les uns aux autres, selon les plans diamétraux (horizontal et vertical) de la caisse, à l'aide de cornières et de couvre-joints.

l'Indiana figurant parmi les dix Etats qui possèdent précisément le plus de voitures. Or, aux Etats-Unis, toutes les automobiles (à partir d'un certain prix) sont livrées avec un radiorecepteur, car il n'en coûte que 30 dollars pour monter une bonne installation. Les statistiques ont cependant démontré que l'usage de la radio sur les voitures n'avait pas accru le nombre d'accidents. On aurait même constaté que l'écoute d'une audition amènerait les conducteurs à réduire — inconsciemment — leur vitesse.

Contre le record de Campbell

IL est exact que l'ingénieur allemand F. Porsche étudie actuellement une nouvelle voiture de course avec laquelle il espère battre le fameux record (1) de Campbell (484,619 km/h). Le nouveau bolide diffère sensiblement du véhicule américain. On affirme déjà que cette voiture ultrarapide allemande sera beaucoup plus petite et plus légère, que son moteur sera loin d'atteindre 24 litres de cylindrée comme celui de Campbell. M. Porsche compte ainsi réduire considérablement la résistance à l'avancement (diminution du maître-couple) et accroître le coefficient de résistance des pneumatiques qui constitue l'un des facteurs déterminants de réussite. Les essais doivent être entrepris d'ici 1938, soit en Allemagne, soit sur la piste du Lac Salé en Amérique.

Vers le Diesel suralimenté

IL est parfaitement vrai que, pour accroître la puissance spécifique des moteurs Diesel (à combustion interne à huile lourde), on a cherché à leur appliquer la suralimentation comme sur les moteurs à explosions à essence. Ainsi, aux Etats-Unis, on affirme que, sans dépasser une pression maximum de l'ordre de 45 kg/cm², on a pu accroître la pression moyenne et, par suite, la puissance. Ce résultat, atteint dans le moteur « Coatalen », grâce à la commande spéciale des aiguilles d'injection qui évite des irrégularités dans l'alimentation et des surpressions accidentelles (2), paraît difficile à obtenir sur un moteur Diesel ordinaire. D'après l'ingénieur du Génie maritime Salez, les défauts du Diesel (manque de souplesse, sûreté de fonctionnement insuffisante, poids élevé par ch) proviennent de l'allure de la combustion dans les cylindres, fonction elle-même du mode d'injection et d'allumage. L'auto-allumage nécessite un taux de compression élevé (15 en moyenne), qui correspond à des compressions de 50 kg/cm² et même plus ; celles-ci rendent

nécessaire une pression d'injection de 500 à 800 kg/cm² provoquant des ondes de pression dans les tuyauteries et des irrégularités d'alimentation. Cependant, Ch. Faroux estime que ces irrégularités sont dues aux vibrations des injecteurs. Il ajoute que, si un Diesel suralimenté peut donner un fonctionnement plus sûr, c'est surtout vers une alimentation correcte des cylindres que doivent se poursuivre les recherches. Le progrès a d'ailleurs suivi une marche analogue pour les moteurs à essence. Si, en 1923, la suralimentation a permis de porter de 45 à 65 le nombre de chevaux tirés d'un litre de cylindrée, on obtient aujourd'hui 70 ch grâce à une alimentation plus correcte. D'ailleurs, le moteur à essence utilise maintenant des taux de compression de 10, et parfois davantage, grâce aux carburants à nombre d'octane élevé (100 et plus), et il n'est pas exagéré de prévoir que son rendement tendra de plus en plus vers celui du Diesel à huile lourde. En Allemagne, le Diesel d'aviation a fait ses preuves. Il ne saurait cependant — sauf pour le rayon d'action — égaler encore, pour l'instant, les performances du moteur léger à essence. Mais il ne faut pas oublier que celui-ci bénéficie actuellement de près d'un demi-siècle de recherches, et nous estimons que l'avenir s'annonce plein de promesses pour le développement des moteurs à combustion interne et à *injection directe* de combustibles liquides lourds tels que le gasoil.

L'or en U.R.S.S.

IL est exact que l'U. R. S. S. occupe maintenant la deuxième place pour la production de l'or dans le monde. Voici, du reste, l'ordre de classement pour les cinq nations productrices (en 1 000 onces, l'once vaut 31,103 g) pendant l'année 1936 : Transvaal, 11 336 ; U. R. S. S., 7 350 ; Canada, 3 720 ; Amérique du Nord (Etats-Unis), 3 714 ; Australie, 1 160. On prévoit d'ores et déjà que l'année 1937 enregistrera de nouveaux progrès, à commencer par l'U. R. S. S. dont l'industrie aurifère, grâce à l'outillage moderne mis en œuvre, se développe régulièrement et progressivement.

Motocyclettes électriques ?

IL est exact que certains essais ont été effectués pour la traction électrique des motocyclettes. Ainsi, en Angleterre, une ancienne moto à moteur fut transformée dans ce but : sur la plate-forme marchepied est placée la batterie d'accumulateurs au plomb de 16 volts. Un moteur électrique de 1 ch (12 volts) est monté sur la fourche arrière et attaque le moyeu arrière par un organe démultiplicateur et une chaîne. Il n'y a ni embrayage, ni changement de vitesses. La réduction totale de vitesse entre

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 237, page 225.

(2) La stroboscopie (voir *La Science et la Vie*, n° 133, page 47), a permis de mettre en évidence les mouvements désordonnés des aiguilles non commandées spécialement.

le moteur et le moyeu est de 9. Le poids total de la machine est de 160 kg, dont 90 kg pour les accumulateurs. Une manette de contrôle peut être placée sur la position « arrêt », « marche parallèle » (ce qui donne une tension de 8 V et une vitesse de 12 km/h) ou « marche série » (16 V, 40 km/h). La moto ainsi équipée peut rouler environ 80 km sans recharger la batterie.

Quelle est la distance de protection d'un paratonnerre ?

IL est en effet fort difficile d'évaluer avec précision le rayon dans lequel un paratonnerre de hauteur donnée assure une protection efficace. L'ingénieur allemand Walter s'est tout spécialement préoccupé de cette question, en vue d'étudier la possibilité de mettre à l'abri de la foudre une ville entière au moyen d'un nombre limité de paratonnerres installés sur des tours de grande hauteur (1). A Hambourg notamment, une grande partie de la vieille ville protégée par les paratonnerres de 6 tours, de 100 m de haut, n'a reçu aucun coup de foudre depuis plus de vingt ans. Sous le bénéfice de l'hypothèse que l'éclair tend toujours à atteindre le point du sol le plus voisin de son point de sortie du nuage, M. Walter a démontré que le rayon de protection r d'un paratonnerre de hauteur h , pour un nuage situé à l'altitude H , était donné par la formule $r = \sqrt{(2H-h)h}$. La théorie ne concorde malheureusement pas avec l'expérience. Ainsi, la Caisse d'assurances de Hambourg admet un rayon pratique de protection égal seulement à $(h-25)$ m, les 25 m représentant la hauteur moyenne des immeubles. Cette formule s'est révélée satisfaisante au point de vue sécurité, puisque, dans le rayon qu'elle détermine, aucune chute de foudre n'est constatée, alors qu'il s'en produit quelques-unes dans un rayon simplement double. Dans ces conditions, la protection assurée par les tours de 100 m de Hambourg n'atteint que 75 m. au lieu de 400 que donnerait la formule théorique pour des nuages situés à 1 000 m d'altitude. Il semble que la discordance constatée doive être imputée à l'influence, sur l'éclair, des monuments, cheminées, etc. Si la solution de la protection d'une ville au moyen de paratonnerres surélevés ne paraît pas s'imposer, étant donné le nombre de tours nécessaires et le prix de revient d'une telle entreprise, elle demeure cependant efficace dans certains cas spéciaux (dépôts d'explosifs ou de matières inflammables) où la sécurité prime toute autre considération d'esthétique ou de prix.

(1) Il estime en effet qu'avec les dispositifs habituels, le point de chute de la foudre s'effectuant immédiatement au-dessus des immeubles, la décharge se produit trop près des habitants.

Le prix de l'étain et du fer-blanc

IL est exact que, dans le prix de revient du fer-blanc (tôle de fer doux recouvert d'étain), celui de l'étain (1) intervient pour une grande part (plus de 20 %). Le fer-blanc est surtout utilisé, dans une proportion de 75 %, pour la fabrication des boîtes de conserves. Le bas prix de ce matériau l'a même fait employer aux Etats-Unis pour le remplacement des tonneaux en bois servant au transport de la bière par des bidons de fer-blanc plus économiques. En 1935, 500 millions de tels récipients ont été fabriqués et, en 1936, ce chiffre a plus que doublé. Mais les accords intervenus récemment entre les producteurs de l'étain, notamment ceux du Siam, en permettant de renouveler le cartel de l'étain, ont eu pour conséquence immédiate une hausse brusque du prix de ce métal. Si ce phénomène économique se poursuit, le fer-blanc ne devra-t-il pas laisser sa place au bois dans l'industrie de la brasserie ?

Pour le repérage des avions tombés en mer

Monsieur GEORGES CLAUDE a, en effet, procédé récemment à des essais concluants relatifs au repérage du point de chute des avions tombés en mer, grâce à l'emploi de la fluorescéine, substance dont les solutions dans l'eau, brunes par transparence, donnent par réflexion une fluorescence intense jaune-vert. (2).

Un gramme de fluorescéine suffisant pour teinter 20 000 m³ d'eau (soit 20 millions de g), les expériences effectuées à Toulon, au moyen de 7 000 petits flotteurs chargés de ce produit et portés par deux sous-marins, ont montré qu'il était possible, même par mer assez agitée, de produire des traînées très colorées comprises dans un carré de 800 m de côté en utilisant une faible quantité de matière colorante (1 300 g seulement).

M. Georges Claude estime que 10 kg de fluorescéine suffiraient pour obtenir des taches de 0,25 km², visibles à 15 km pendant une douzaine d'heures. L'avion naufragé pourrait ainsi signaler efficacement son point de chute aux appareils de reconnaissance survolant le lieu du sinistre, toujours approximativement connu. Le même procédé permettrait de porter secours à un avion contraint d'amérir, les traînées fluorescentes étant beaucoup plus visibles que l'appareil lui-même, surtout par mer très agitée.

(1) Pour 100 kg de fer-blanc il faut compter 2 kg d'étain. Ce dernier vaut 25 f le kg et les 100 kg de fer-blanc coûtent de 245 à 250 f.

(2) On sait que ce produit, qui sert à la fabrication de certains colorants (éosine, érythrosine), est déjà utilisé pour l'étude du parcours des rivières dont le cours est partiellement souterrain.

EN AUTOMOBILE, ALLÉGER C'EST PROGRESSER

Le véhicule le moins lourd est aussi le plus économique

QUEL que soit le mode de transport envisagé, toute réduction du poids mort se traduit immédiatement par une diminution de la consommation du combustible ou du carburant. Cette constatation s'est révélée depuis longtemps pour l'automobile et c'est pourquoi nous assistons depuis plusieurs années au développement de l'emploi d'alliages légers et résistants sur les véhicules routiers, aussi bien en ce qui concerne le moteur que la carrosserie. En dehors de l'amélioration thermodynamique du moteur, l'allègement obtenu ainsi présente, sur les caractéristiques de la voiture, un certain nombre de répercussions favorables que la théorie permet de prévoir et que la pratique a confirmées pleinement.

Si nous nous plaçons tout d'abord au point de vue de l'économie dans la consommation de l'essence, on conçoit que celle-ci dépende évidemment de la consommation du moteur monté sur la voiture, c'est-à-dire de son rendement et de l'effort nécessaire à la jante pour propulser le véhicule. Or, celui-ci est lui-même fonction du maître-couple et du carré de la vitesse (aérodynamisme) et aussi du poids de l'automobile. Une réduction de 200 kg sur une voiture de construction classique (berline 4 places) pesant en charge 1 400 kg (passagers et bagages compris), par exemple, aboutit à une diminution de la consommation de 1,2 litre aux 100 km en supposant que le déplacement s'effectue en palier et d'un mouvement uniforme. Cet allègement peut être obtenu d'une part sur le moteur en remplaçant les diverses pièces moulées (carter de boîte de vitesses, tambours de freins, etc.) par des pièces en alliage d'aluminium, et sur la carrosserie en utilisant ces alliages pour le tôlage de la caisse, des portes, du capot, du réservoir, etc.

Mais cette économie est plus considérable si le véhicule monte une côte. En supposant encore le mouvement uniforme, on arrive à cette conclusion que l'allègement de 200 kg, dans l'exemple choisi, permet de gagner 2,8 litres pour 10 % à 60 km/h et 6,3 litres pour 15 % à 45 km/h.

Il va de soi que lors des accélérations, la dimi-

nution de poids influe de même favorablement sur la consommation. L'économie ressort, en effet, pour la voiture allégée à 3,5 litres pour 100 km en prise directe (1), à 7 litres en deuxième vitesse et à 10,5 litres en première vitesse.

Ainsi, dans toutes les circonstances d'utilisation de la voiture, nous constatons une amélioration dans le rendement économique de l'automobile. La consommation moyenne aux 100 km, ou plutôt le gain sur la consommation, ne peut se calculer avec précision puisqu'il résulte de la combinaison des gains que nous venons d'énumérer, variables eux-mêmes selon la nature de la route suivie, la vitesse, etc. Toutefois, on peut compter sur une diminution de

consommation de 1 litre aux 100 km pour un allègement de 100 kg. Dans l'exemple choisi (diminution de poids de 200 kg) et en admettant que le parcours annuel soit de 20 000 km, l'économie se traduit par 400 litres. Elle représente une somme bien supérieure à la dépense supplémentaire résultant de l'emploi des alliages d'aluminium.



SUR CETTE BENNE BASCULANTE DE 4 M³ (SOCIÉTÉ « LA LILLOISE »), L'EMPLOI RATIONNEL DU DURALUMIN A PERMIS DE GAGNER 580 KG PAR RAPPORT A LA CONSTRUCTION EN ACIER, CE QUI PERMET D'AMORTIR EN UN AN LE SUPPLÉMENT DE PRIX DU A L'EMPLOI D'ALLIAGES LÉGERS

L'allègement accroît la souplesse dynamique de la voiture

La souplesse dynamique d'une voiture se caractérise, on le sait, par sa faculté de surmonter aisément les variations de résistance au roulement qu'elle rencontre (pentes et accélérations). Ici encore, la diminution de poids constitue un facteur éminemment favorable. En effet, si l'aérodynamisme permet de choisir un moteur moins puissant pour une vitesse déterminée, la réserve de puissance, facteur important de la souplesse dynamique, diminue en même temps, d'autant plus que le carénage de la voiture (ailes enveloppantes, etc.) tend plutôt à l'alourdir. L'emploi des alliages légers apparaît donc comme indispensable au maintien de cette souplesse.

Reprenons notre exemple : si, avec la voiture de 1 400 kg, la pente-limite en prise directe est de 4,4 %, elle passe à 5 % pour 1 200 kg, à 6,1 % pour 1 000 kg, à 8,8 % pour 700 kg. De même, pour une pente donnée, le gain de vitesse pour la voiture allégée de 200 kg atteint 15 km/h. Autre conséquence encore : la plus grande souplesse permet de réduire le nombre des démul-

(1) En supposant une accélération de 1 m/s², c'est-à-dire qu'à chaque seconde la vitesse croît de 1 m/s.

tiplications et M. Pescara a pu établir une voiture où, grâce à l'emploi rationnel des alliages légers, il a pu réduire ce nombre à deux seulement.

De même, cette souplesse accrue favorise les accélérations et les freinages. L'allègement de 200 kg réduit de 15 % le temps nécessaire pour passer d'une allure à une autre et à 60 m le parcours nécessaire à l'arrêt à partir de 100 km/h au lieu de 75 m pour la voiture non allégée.

Stabilité, tenue de route, pneumatiques

L'allègement de la carrosserie tend à abaisser le centre de gravité et par suite accroît la stabilité. Dans les virages, si l'adhérence est un peu plus faible, la force centrifuge diminuera aussi et par conséquent la tendance au dérapage ne se trouve pas accrue. Celle-ci est en effet indépendante du poids.

Enfin, il va de soi que l'allègement réduit la dépense en pneumatiques soit qu'il permette de monter sur la voiture un type de dimensions inférieures, donc moins cher (d'après Michelin, une diminution de poids de 180 kg assure une économie de 280 f sur un train de 5 pneus, ce qui représente 1 120 f, valeur d'un train de pneus, si la voiture fait 160 000 km en changeant le train tous les 40 000 km), soit que la réduction de la charge diminue l'usure (une diminution de charge de 20 % réduit de 40 à 50 % le prix au km du pneu).

L'aluminium sur la voiture automobile

I. — Le moteur

Voyons maintenant les emplois et les avantages de l'aluminium sur la voiture automobile. Nous avons depuis longtemps signalé les *culasses d'aluminium* qui, en favorisant la dispersion des calories, permettent d'accroître le taux de compression du moteur et, par suite, le rendement. Aujourd'hui, tous les constructeurs français de moteurs à soupapes latérales emploient les culasses en aluminium et ceux qui utilisent les soupapes en tête tendant également vers la même conception (Talbot, Unic). Tous les sans-soupapes (Panhard, Voisin) sont équipés avec culasses en aluminium dont l'application s'étend aussi aux Diesel, aux moteurs fixes, aux moteurs de motocyclettes. Rappelons qu'au rallye de Monte-Carlo, les six voitures de tête possédaient des culasses en aluminium, que le concours du bido de 5 litres fut enlevé par une Simca Cinq (4 litres aux 100 km), une 11 ch familiale Citroën (72,575 km avec 5 litres), munies de culasses en aluminium ; que le raid de 50 000 km dans Paris (Simca Cinq), à la vitesse moyenne de 43,340 km/h, et que celui de 400 000 km sur 11 ch Citroën furent réalisés avec des moteurs à culasses d'aluminium, ce qui prouve d'une façon indiscutable la résistance de la culasse en alliage léger à soupapes en tête.

L'augmentation du taux de compression autorisé est particulièrement avantageux avec l'emploi de carburants gazeux (gazogènes, gaz de ville) et l'autocar Latil, fonctionnant au gaz d'éclairage, présenté au dernier Salon de Paris, possédait des culasses d'aluminium.

Signalons aussi qu'une culasse en aluminium s'entarte beaucoup moins qu'une culasse en fonte et le tartre formé est pulvérulent, donc facile à enlever. Il suffit d'effectuer un rinçage à l'eau très chaude, sans utiliser la soude ou la potasse.

En ce qui concerne les *pistons*, on sait que, d'une part, la recherche de la plus faible inertie

de ces organes dont la vitesse de déplacement s'accroît sans cesse, et d'autre part la nécessité de diminuer le jeu dans les cylindres à toutes températures, fait employer aujourd'hui des alliages d'aluminium dont le poids et le coefficient de dilatation sont faibles.

Signalons aussi l'application de plus en plus générale de l'aluminium pour le carter supérieur, le bloc-cylindre, le bloc-moteur, le carter inférieur, le carter de boîte de vitesses, ceux du volant et du pont arrière, les mâchoires et les tambours de freins, les roues.

II. — La carrosserie

L'évolution de la carrosserie vers la construction entièrement métallique (tôles d'acier embouties, agrafées ou soudées) devait amener les constructeurs à utiliser des tôles d'alliages légers résistant aux chocs, aux intempéries, faciles à emboutir, à souder, retenant bien la peinture, autorisant des réparations faciles. Ces conditions sont aujourd'hui remplies par des alliages d'aluminium en particulier pour le capot, les ailes, les portes, la housse de roue de secours, la planche de bord, le plancher, etc. Nous avons montré que l'élévation de prix qui en résulte est compensée par les économies que réalise la voiture allégée.

En ce qui concerne les *véhicules utilitaires*, si la France paraît en retard dans l'application des métaux légers, une étude systématique a été faite en Norvège par la Société des Autobus d'Oslo. Les autobus construits en 1936 (55 places dont 27 assises) ne pèsent que 5 000 kg (contre 7 500 kg pour les véhicules en acier). L'examen des diverses dépenses ont fait ressortir comme prix de revient au km : 0,8 254 couronnes norvégiennes pour le véhicule en acier contre 0,7 490 pour l'autobus en métal léger. En tenant compte des accélérations plus élevées qui ont amené une rapidité de trafic de 13 % supérieure à l'ancienne, l'économie réalisée, grâce à l'allègement, doit atteindre, en huit ans, 8 000 couronnes, soit 4 couronnes par an et par kg gagné.

En France, il faut citer les autobus de Lyon, une remorque de 10 tonnes qui a maintenant parcouru plus de 100 000 km et la benne de 4 m³ construite par la Société La Lilloise, où le gain de poids atteint 580 kg. Si l'augmentation de prix est de 10 000 f, ce véhicule allégé parcourant 40 000 km par an permet de transporter 23 200 tonnes kilométriques de plus, soit à 0 f 40 la tonne kilométrique, une économie annuelle de 9 280 f qui amortit la dépense supplémentaire. Au bout de 12 ans de service, le gain est de l'ordre de 100 000 fr.

Enfin, le bel aspect de certains alliages d'aluminium polis, joint à leur légèreté, les a fait adopter pour la réalisation des accessoires de voitures : pare-chocs en almasilium ou en durilinox, poignées de portes, profilés d'encadrement et de décoration dont l'emploi se généralise un peu partout sur les autocars.

Qu'il s'agisse de la voiture particulière, des transports en commun ou des véhicules utilitaires, l'emploi des alliages d'aluminium s'avère donc comme un progrès notable tant au point de vue de l'économie que de la sécurité, et nous assisterons certainement à sa généralisation au fur et à mesure des perfectionnements continus de la technique de ces alliages.

Il apparaît aujourd'hui qu'il devient souhaitable notamment de tendre vers l'allègement de la carrosserie que le souci de la sécurité et de l'aérodynamisme a rendue trop lourde.

RÉFLEXIONS SUR LA PRODUCTION ET LA DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

Problèmes de tarification

DE nos précédentes réflexions se dégage cette conclusion : le prix de revient de l'énergie électrique à la distribution est essentiellement variable. Il dépend de la situation et des caractéristiques du réseau, de son coefficient d'utilisation, de la régularité de cette utilisation, etc. ; il varie avec les usages de l'électricité, avec les heures et même avec les saisons.

La nature même du service électrique proscribit donc une tarification uniforme. Supposons un tarif uniforme correspondant au prix de revient maximum : il décourage la consommation, pousse à n'employer l'énergie électrique que là où elle n'a pratiquement pas de concurrence, pour l'éclairage, par exemple. La consommation et, par suite, le coefficient d'utilisation de la puissance installée sont, dès lors, en quelque sorte, stabilisés, et par là même tout abaissement des tarifs devient, toutes choses égales, impossible. Un tarif uniforme correspondant au prix de revient minimum présenterait encore plus d'inconvénients : de grandes quantités d'énergie étant vendues au-dessous de leur prix de revient réel, on aboutirait à bref délai à la ruine du distributeur et à l'impossibilité de tout progrès technique.

Pour la vente de l'électricité, une tarification souple est donc absolument nécessaire.

« En matière d'électricité, écrit M. Sartre, directeur de la C. P. D. E., la diversité des tarifs est commandée par l'impossibilité d'accumuler, par l'inéluctable simultanéité entre production et consommation. Placés entre une courbe de production hydraulique et thermique, d'une part, une courbe de consommation, d'autre part, qui ont chacune leur loi propre et sont divergentes, tous les efforts des producteurs et distributeurs tendent à combler le creux ou le fossé. »

Les tarifs multiples sont la manifestation de cet effort sur le plan commercial. Cette multiplication des tarifs a toutefois une limite : le relevé de la consommation doit rester simple, ne pas obliger l'abonné à des dépenses si coûteuses ou à des complications de comptage telles que les avantages tarifaires soient annulés. Les tarifs multiples, dits « dégressifs », pratiqués de plus en plus en France et, en particulier, les tarifs mixtes domestiques semblent répondre à cette double exigence ; leur usage se généralise d'ailleurs pour les distributions urbaines dans tous les pays.

Dans ce système, le tarif varie par tranches, qui sont, généralement, au nombre de

trois. La première correspond à la consommation normale d'éclairage, évaluée forfaitairement, soit d'après la puissance souscrite, soit d'après le nombre de pièces dont dispose l'abonné. Dans cette tranche, tous les kWh sont payés au prix du tarif d'éclairage. La seconde tranche correspond à l'évaluation forfaitaire de la consommation des petits appareils domestiques. Le tarif de cette tranche est intermédiaire entre le tarif maximum de la première et le tarif extrêmement bas de la troisième tranche. Celle-ci est supposée correspondre à l'énergie utilisée par les appareils gros consommateurs (cuisinières, radiateurs, chauffe-eau).

Le tarif mixte, grâce à l'évaluation forfaitaire de la consommation, permet à l'abonné de bénéficier des principales variations du prix de revient de l'énergie sans lui imposer l'installation de plusieurs compteurs séparés pour chaque usage.

Mais l'évaluation de la consommation par tranche repose elle-même sur l'évaluation de la consommation globale, puisque le « robinet d'électricité » est aussi largement ouvert aux heures de pointe qu'aux heures creuses. Une fois parvenu à la troisième tranche, l'abonné pourrait ainsi consommer de très grosses quantités d'énergie aux heures de pointe, tout en les payant au tarif des heures creuses. Pour limiter le risque, les distributeurs n'accordent le tarif mixte que pour une puissance limitée sur laquelle les forfaits ont précisément été calculés.

Au delà de cette puissance, les tarifs par tranche subsistent, mais ils s'appliquent selon la consommation effectuée aux diverses heures de la journée, d'où nécessité d'un compteur à cadran multiple.

C'est de ce tarif horaire par tranches que bénéficient les gros consommateurs industriels ou commerciaux.

Il existe d'autres formules de tarification faisant apparaître des réductions importantes pour les usages de l'électricité autres que l'éclairage. Mais, de toute façon, c'est en maintenant suffisamment élevé le prix du kWh-éclairage — dont le service est le plus onéreux pour l'industrie électrique — que l'on peut favoriser le développement des applications domestiques, industrielles et rurales de l'électricité, donc accroître la consommation. C'est le seul moyen de réduire progressivement — grâce à une meilleure utilisation des installations — les prix de l'électricité qui, exprimés en franc-or, ont déjà baissé de 50 à 70 % depuis 1914.

LE PALAIS DES CHEMINS DE FER A L'EXPOSITION DES ARTS ET TECHNIQUES 1937

Le Palais des Chemins de fer nous présente une véritable synthèse de l'évolution de la traction ferroviaire au cours de plus d'un siècle. Des cartes animées matérialisent pour nous ces « cent ans de chemins de fer », en une évocation vivante de leur développement progressif et du rôle sans cesse plus étendu qu'ils remplissent dans la vie de la nation, aussi bien sur le plan économique que sur le plan social. Dans le domaine de la technique pure, c'est au cinéma en particulier qu'il est fait appel pour présenter au grand public les problèmes généraux que posent la construction et l'équipement du matériel ferroviaire, l'aménagement des voies et des gares, l'organisation générale de l'exploitation et les solutions les plus récentes qui ont pu être mises au point dans ce but.

Voici en sous-sol, au niveau des voies, des exemples de modèles judicieusement choisis parmi les matériels les plus modernes actuellement en service sur les réseaux français :

Une locomotive électrique du P.-O.-Midi, dernier modèle ;

Une automotrice électrique rapide de la grande banlieue du réseau de l'Etat, entièrement en acier inoxydable ;

Deux voitures de luxe de la Compagnie des Wagons-Lits ;

Enfin, coupée dans le sens de longueur par le milieu, pour laisser apparaître les détails du mécanisme, une locomotive type 232, compound, à vapeur surchauffée. Un dispositif lumineux permet de suivre le trajet des gaz de la combustion et celui de la vapeur surchauffée.

Voici encore une splendide maquette qui ne couvre pas moins de 180 m², chef-d'œuvre de mécanique et d'automatisme, qui reproduit à échelle réduite un des *ferry-boats* qui ont été mis récemment en service sur le trajet Paris-Londres.

N'oublions pas les wagons frigorifiques et laitiers, ni les maquettes animées de toutes les formules en service de freins, de signaux, d'aiguillages pour les manœuvres de rebroussement aux terminus, de répartition rapide et quasi automatique des wagons de marchandises entre les multiples voies des grandes gares de triage ultra-modernes : bref, tout ce qui concourt à assurer une exploitation rationnelle, économique et sûre des grands réseaux.

Pour ceux que ces questions capitales d'exploitation ferroviaire intéressent particulièrement, des visites sont organisées sous la conduite de techniciens qualifiés : c'est ainsi qu'on pourra étudier sur place des installations ultra-modernes telles que le banc d'essai des locomotives de Vitry, organisme unique en Europe, auquel les chemins de fer anglais ont envoyé récemment pour étude un de leurs modèles de locomotives les plus perfectionnés, le centre de commande centralisé (« dispatching ») de la gare Saint-Lazare ou le chantier de triage automatique de la gare de marchandises de Trappes, les laboratoires de psychotechnique des réseaux, etc.

Le facteur humain dans l'exploitation ferroviaire

Ce que nous venons de voir du Palais des Chemins de fer met bien en évidence le haut

degré de perfectionnement atteint aujourd'hui par le machinisme ferroviaire, qui synthétise en quelque sorte l'essor de la civilisation mécanique moderne et suscite une admiration pleinement justifiée, à laquelle les découvertes de la science apportent chaque jour un aliment nouveau. Dans son évolution constante, la technique conduit très justement toutes les grandes entreprises industrielles — et les chemins de fer en particulier — à apporter une attention de tous les instants au perfectionnement des machines et à l'amélioration continue du matériel.

Mais, si important que soit, pour le bon fonctionnement d'une industrie ou d'un réseau, un équipement technique parfait, il ne faut pas oublier que, finalement, c'est l'homme qui fait marcher les machines, et qu'en définitive ce sont les hommes — quel que soit le poste, même le plus modeste, auquel ils se trouvent placés — qui assurent la bonne marche des services, et sur lesquels repose la charge véritable de l'entreprise. Aussi tout ce qui peut assurer un bon recrutement, une bonne répartition du personnel, toutes les mesures qui peuvent maintenir ce personnel en bon état physique et intellectuel, tout ce qui peut assurer la joie de tous au travail est d'une importance décisive pour l'organisation judicieuse d'une grande industrie.

Depuis longtemps, ces préoccupations ont donné lieu à des mesures qui ont eu pour but d'améliorer les conditions du travail humain et de sauvegarder la santé des agents et de leur famille. Ainsi ont été créés, dans les chemins de fer, des services de prévention contre les accidents, des services médicaux de mieux en mieux outillés, des wagons ambulants d'hygiène générale, des consultations de femmes et d'enfants, de nourrissons, des colonies de vacances, des hôpitaux ou sanatoria en vue de la lutte contre la tuberculose, des sociétés de secours mutuels, des organismes destinés à procurer aux agents des logements salubres et une alimentation à bon marché, etc.

L'antichambre du Palais des Chemins de fer permet, dans ce domaine, d'admirer les maquettes des cités édifiées par les réseaux pour leurs agents, les travaux exécutés dans les écoles ménagères, une reproduction à modèle réduit du parc des sports de la Croix de Berny et de la colonie de vacances de Saint-Hilaire.

La « psychotechnique » détermine les conditions rationnelles du travail humain

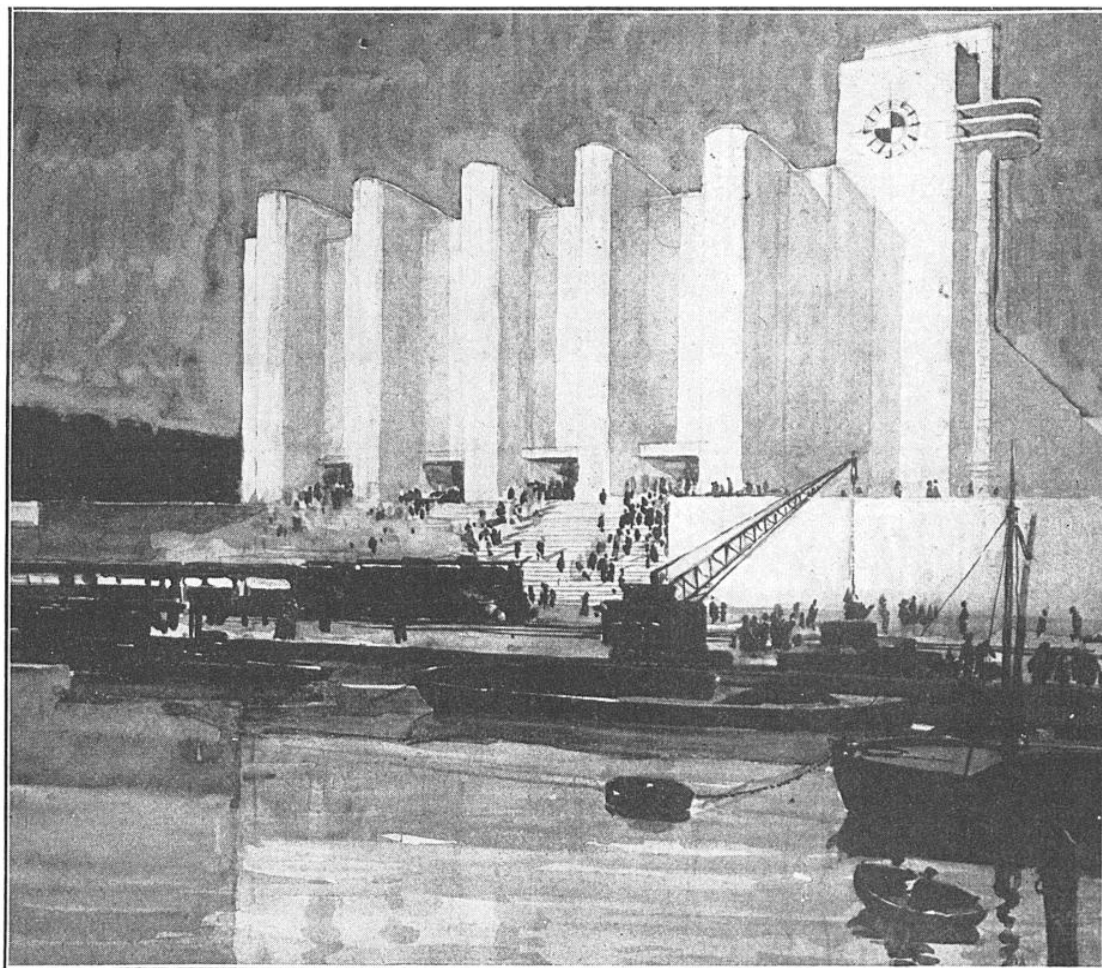
Mais ces créations ne couvrent pas encore tout le champ d'étude et d'action qui se rattache aux problèmes du travail humain. Toute une autre série de questions mérite de retenir l'attention et réclame des recherches de laboratoire, minutieuses et prolongées : ce sont celles qui ont trait aux conditions mêmes du travail, à l'analyse des causes de la fatigue, à la détermination des aptitudes nécessaires pour chaque spécialité, etc. Les progrès de la psychologie ont permis l'application à l'organisation du travail de certaines données biologiques qui définissent les conditions les meilleures du fonctionnement de l'être humain dans l'activité professionnelle.

C'est un domaine d'études, de recherches et d'applications où la France, il faut le reconnaître, avait été dépassée par beaucoup de pays. L'Allemagne, malgré les difficultés de l'après-guerre, a offert un exemple frappant de l'ampleur prise par le mouvement de psychobiologie appliquée au travail.

Les laboratoires des Chemins de fer du Reich, à eux seuls, comportaient trois centres d'études et de recherches — à Berlin, à Dresde et à

tions générales du travail aux conditions psychophysiologiques du travailleur s'effectue dans deux directions : la première a trait à la modification des conditions extérieures (structure de la machine, son rythme, conditions d'éclairage, de ventilation, d'intervalles de repos, organisation de l'apprentissage, etc.) en accord avec les lois de l'organisme humain.

C'est, en somme, tout ce qui peut être fait pour faciliter le travail des hommes sans



LE PALAIS DES CHEMINS DE FER A L'EXPOSITION DE 1937

Munich — et vingt-cinq services d'applications disséminés sur tout le territoire du Reich, comportant, au total, un personnel de plus de 80 collaborateurs et assurant une moyenne de 18 000 examens par an.

Dans d'autres pays également, les compagnies de chemins de fer introduisent les méthodes psycho-physiologiques, avec moins d'ampleur et plus lentement peut-être qu'en Allemagne, mais de façon continue.

L'activité des divers centres varie quelque peu, suivant les conditions locales, suivant aussi l'orientation et l'« esprit » des différentes entreprises. Dans l'ensemble, l'adaptation des condi-

prendre en considération les différences qu'ils peuvent présenter entre eux.

L'orientation professionnelle

La deuxième direction a trait au choix du genre de travail convenant le mieux aux aptitudes de chaque individu et au choix de l'individu le mieux adapté pour un travail donné ; c'est qu'en effet les récentes recherches de psychophysiologie ont mis en lumière à la fois une grande diversité des aptitudes individuelles et l'existence d'un certain nombre de facultés fondamentales en nombre assez grand mais non illimité auxquelles peuvent, dans une certaine

mesure, se rapporter les aptitudes habituellement les plus utiles, et il importe à tous — à l'ouvrier tout d'abord — qu'il en soit tenu compte. De là découlent les études et réalisations suivantes : orientation professionnelle des ouvriers et employés adultes et des apprentis les mieux doués lors des concours d'entrée ; sur ce point particulier, on observera que ces concours étaient, avant la mise en œuvre des travaux de psycho-physiologie, basés sur les connaissances scolaires des candidats, mais on a tâché d'y faire intervenir une détermination des aptitudes physiologiques et psychologiques. Une autre application porte sur les examens des agents préposés à un service de sécurité en vue de la prévention des accidents et notamment des aiguilleurs.

Les résultats des méthodes psycho-physiologiques permettent, partout où elles sont correctement appliquées, de réduire la fatigue, de diminuer le nombre des accidents de travail, de créer où d'augmenter ce plaisir qui, pour peu qu'on y veille, accompagne si naturellement les gestes du travail utile.

Tout le monde gagne à cette adaptation des conditions du travail à l'organisme du travailleur. Il est souvent difficile de chiffrer exactement les résultats acquis, en raison des variations diverses qui interviennent, parfois en même temps, dans la vie d'une entreprise. Toujours est-il que les entreprises qui ont inauguré ces recherches paraissent avoir récupéré les frais engagés par une amélioration de la production et par une diminution constatée dans les accidents du travail.

Les « Laboratoires du Travail » des réseaux

C'est un des attraits les plus considérables du Palais des Chemins de fer, à l'Exposition, que l'évocation, par toutes sortes de documents expressifs et évocateurs, sous les formes les plus diverses, des recherches déjà faites et des résultats obtenus en France par les laboratoires de travail des réseaux.

Dans les deux laboratoires, dont l'un est géré par la compagnie des Chemins de fer du Nord et l'autre par le réseau des Chemins de fer de l'Etat, le directeur du premier est M. Lahy, directeur d'Etudes à l'Ecole pratique des Hautes Etudes et à l'Institut de Psychologie de l'Université de Paris.

Celui du second est M. Henri Laugier, professeur de Physiologie du Travail au Laboratoire des Arts et Métiers ; il est aussi professeur de Physiologie à la Sorbonne.

L'objet de la psycho-technique, on le sait, est de reconnaître les aptitudes par des épreuves portant, par exemple, sur la force, sur l'habileté, sur la mémoire, sur l'intelligence, etc. La psycho-physiologie n'en diffère pas essentiellement ; cependant, elle ajoute à ces épreuves des mesures de diverses natures sur le fonctionnement de certains organes (par exemple, la tension artérielle), mesures qu'on a déjà trouvées liées avec celles de la psycho-technique et qui, mieux que de simples mensurations, permettent de définir, d'une façon assez profonde, les « types » d'individus correspondant à des aptitudes déterminées.

Entrons dans le détail de l'organisation de ce laboratoire.

Avant tout, il comporte la sélection des apprentis du service du matériel et de traction. Il s'agit là de définir certaines épreuves qu'on appelle *tests* et dont le résultat permet de « prévoir » si un sujet sera apte à certains métiers ;

il est bien évident que si l'on a la possibilité d'observer auparavant ces sujets dans un métier assez analogue, les « tests » présenteront une moindre utilité ; mais, par contre, leur utilité sera la plus grande, quand aucune observation en service n'aura pu, préalablement, être faite sur eux par le réseau : c'est le cas, précisément, pour les postulants qui demandent à y entrer.

« Comment vérifier la valeur de ces tests ? Beaucoup d'entre eux ont par eux-mêmes un intérêt certain, d'autres ont déjà servi dans d'autres industries ou d'autres pays et ont été soigneusement étudiés ; néanmoins, il importait d'en vérifier la valeur pour le cas particulier où on voulait les appliquer.

« Les concordances dont nous venons de parler, très nettes pour la plupart des natures d'épreuves constituant l'ensemble des *tests*, ne sont pas surprenantes étant donné les études analogues déjà faites avec succès en France et à l'étranger : elles expriment une bonne valeur « d'ensemble » de nos tests ; mais voici un point particulier qui ne manque pas d'intérêt : les épreuves intellectuelles permettent, mieux que les épreuves purement psychomotrices, de prévoir le succès à l'Ecole d'apprentissage. Cette importance plus grande des épreuves intellectuelles se manifeste même dans la comparaison qui suit et qui touche cependant les seuls travaux d'atelier : au lieu de considérer le classement des élèves à l'Ecole d'apprentissage d'après l'ensemble des épreuves constituant les examens semestriels, considérons le classement fictif qu'on eût fait à l'école si on s'était borné aux épreuves concernant les travaux d'atelier ; les dépouillements faits ont permis d'établir que ce classement aurait concorde à peu près deux fois mieux avec un classement psycho-technique fondé sur les seules épreuves intellectuelles, qu'avec un classement psycho-technique fondé sur les seules épreuves de rapidité et de précision dans les mouvements : ainsi, et contrairement à une opinion assez répandue, le rôle de l'intelligence dans l'exécution du travail manuel qualifié paraît être plus important encore que le rôle des fonctions intéressant la justesse, la rapidité, etc., des mouvements.

« D'autres dépouillements statistiques ont encore permis, parmi ces épreuves intellectuelles elles-mêmes, de mettre en relief celles qui concordent le mieux avec le succès effectif de l'atelier : parmi elles, on citera particulièrement la facilité plus ou moins grande qu'ont les jeunes gens à se représenter les formes et grandeurs dans l'espace, l'aptitude à imaginer un mouvement, à comprendre intuitivement certains phénomènes mécaniques etc. ; il s'agit bien encore, on le voit, de fonctions intellectuelles, mais leur objet est assez concret et, dans le cas de nos apprentis, on a reconnu qu'elles sont plus importantes que des fonctions intellectuelles réellement abstraites (exemple : trouver où est une erreur de raisonnement dans une suite d'affirmations est une épreuve entièrement abstraite). »

Il est utile que le public connaisse ce scrupuleux souci que l'administration des Chemins de fer a de former des agents dont l'entraînement psycho-physiologique soit absolu, les faisant maîtres de tous leurs réflexes et développant en eux toutes les qualités essentielles à leur délicate profession.

Aussi au Palais des Chemins de fer, à l'Exposition, tout ce qui est présenté pour évoquer cette organisation extrêmement sérieuse vaut-il la peine d'être considéré avec attention.

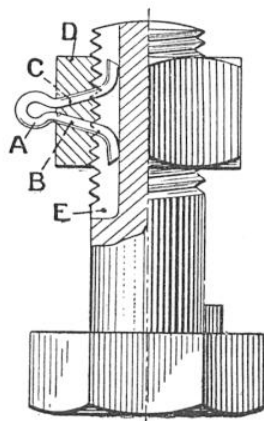
LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Nouveau boulon indesserrable

Le problème du blocage des écrous sur les boulons présente, on le sait, une importance capitale pour la fixation de pièces mécaniques appartenant à des machines en mouvement. Les vibrations provoquent, en effet, peu à peu, le desserrage des boulons, cause



COUPE DU BOULON
INDESSERRABLE

d'accident. Voici une nouvelle solution, imaginée par MM. Bardes et Louin, qui paraît résoudre efficacement ce problème. Ainsi que le montre le schéma ci-contre, le boulon comporte une rainure *E*, et l'écrou *D* deux trous divergents dans lesquels on peut insérer une goupille *A*, lorsque le serrage désiré est obtenu. Les branches de cette goupille s'écartant au contact du fond de la rainure, ne peut quitter son logement sous l'effet des vibrations. En perçant ainsi les six faces de l'écrou, on peut obtenir, dans le serrage, une précision de 1/6 de tour. Pour les gros boulons, deux rainures permettraient de porter cette précision à 1/12 de tour. Comme, d'une part, le boulon n'est pas fendu et que, d'autre part, la hauteur de l'écrou est facultative, on peut donner à l'ensemble toute la solidité désirable. Quant au démontage, il ne présente pas de difficultés particulières car il est aisé d'enlever la goupille pour ensuite dévisser l'écrou.

M. BARDES, 56, rue Jean-Jaurès, Brest (Finistère).

Voici une machine-outil universelle de précision

Les travaux les plus simples exigent, pour être menés à bien, l'utilisation d'une machine-outil (perceuse, toupilleuse, tour, machine à polir, à scier, à limer ou à meuler, etc.). Le petit artisan, ou l'amateur, ne peut évidemment disposer de tout l'outillage nécessaire. Aussi, pour répondre à de nombreuses demandes de nos lecteurs, rappelons qu'il existe une machine-outil universelle robuste et précise, dont l'emploi permet de résoudre les problèmes qui se posent constamment dans le domaine du travail manuel. Elle se compose essentiellement d'une perceuse électrique, à poignée-pistolet et interrupteur-gâchette, pour laquelle un démultiplicateur à pignons et engrenages hélicoïdaux assure un entraînement d'une grande douceur. Utilisée sans support, cette machine peut servir de perceuse, de fraiseuse, de limeuse, de ciseuse (sculpture à la main, râpage des pneumatiques à réparer, lustrage des carrosseries, nettoyage des glaces et des carreaux, dérouillage, astiquage, etc.). Sur son support horizontal, elle devient : tour entre-pointes, tour en l'air, ravi-veuse, polisseuse, meule, affûteuse, scie (droite ou de biais), tour parallèle, perceuse, découpeuse, limeuse. Sur son support vertical, c'est alors une perceuse pour bois et métaux, une fraiseuse, une polisseuse, une limeuse, une ponceuse, une toupilleuse, etc. Les multiples accessoires qu'elle comporte permettent d'ailleurs à l'usager de trouver lui-même de nouvelles applications. Le moteur universel de faible consommation (200 W) qui l'entraîne peut d'ailleurs être utilisé pour actionner de nombreux appareils ménagers. Sous un encombrement réduit, l'*Outilervé*, à la portée de toutes les bourses, constitue donc un véritable atelier de mécanique de précision.

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE D'APPAREILLAGES MÉCANIQUES ET ÉLECTRIQUES, 74, rue Saint-Maur, Paris-11^e.

V. RUBOR.

CHEZ LES ÉDITEURS ⁽¹⁾

Biologie mathématique, par Kostitzin. Prix franco : France, 14 fr 40 ; étranger, 16 fr 80.

Les applications mathématiques de la biologie se sont multipliées au cours de ces dix dernières années. Ce sujet, peu connu du grand public, comporte notamment l'étude des équations différentielles biologiques, de la vie et du milieu (circulation de la matière organique, etc.), de la croissance d'une population (biologistique), de la population et du milieu, des relations entre espèces, de la symbiose et du parasitisme, de la croissance des organismes, de la croissance em-

(1) Les ouvrages annoncés dans cette rubrique peuvent être adressés par LA SCIENCE ET LA VIE, au reçu de la somme correspondant aux prix indiqués.

bryonnaire, de la forme des êtres vivants, de leur évolution, etc. C'est la première fois que, sous un petit volume et une forme accessible à tous, est résumé clairement et succinctement l'ensemble des recherches dans les différents pays concernant cette science nouvelle : la *biologie mathématique*.

Réaumur, par Jean Torlais. Prix franco : France, 22 fr 20 ; étranger, 26 fr 20.

A son époque, Réaumur fut un savant de première grandeur, dont la renommée — mondiale alors — a beaucoup pâli aujourd'hui. Ce fut, en effet, un encyclopédiste dès le début du XVIII^e siècle dont l'esprit inventif découvrit — ou

créa — des procédés pour la fabrication de l'acier, du fer-blanc, de la porcelaine, du thermomètre. Même en biologie, il fut un naturaliste, comme on disait alors, qui pressentit l'existence des microbes et interpréta, plus scientifiquement qu'on ne le faisait avant lui, les phénomènes de la digestion. Ses contemporains lui avaient, du reste, déjà rendu justice, puisqu'il fut le directeur de l'Académie Royale des Sciences à Paris. Il appartenait à M. Torlais, à la fois homme de science et journaliste, de présenter, pour la première fois, un ouvrage consacré à ce « grand homme », de nos jours si méconnu, et qui fut, il y a près de deux siècles et demi, physicien et entomologiste. L'auteur de ce livre sur Réaumur a su mettre à sa place l'homme, qui fut un précurseur, et l'œuvre, qui contribua à l'avancement des sciences.

Les procédés au charbon, par **Henri Schneeberger**. Franco : France, 26 fr 60 ; étranger, 29 fr 40.

Notre collaborateur M. Clerc, l'un des spécialistes des plus appréciés dans la science photographique, vient de faire paraître dans la collection qu'il dirige, un ouvrage des plus documentés sur la technique moderne des procédés au charbon par M. Schneeberger qui fait autorité en la matière.

Des anticipations de Jules Verne aux réalisations d'aujourd'hui, par **Jacobson et Antoni**. Prix franco : France, 13 fr 60 ; étranger, 16 fr 40.

Dans la collection *La France vivante*, qui répond bien aux préoccupations de notre jeunesse — si avide de s'instruire dans le domaine des applications de la Science à la Vie moderne, — voici un ouvrage captivant sous la plume de deux auteurs particulièrement qualifiés. Il s'agit de montrer comment les prestigieuses anticipations d'un Jules Verne ont éveillé chez certains, dès leur enfance, le goût pour la recherche scientifique ! Son influence a été, en

effet, indiscutable sur la formation d'esprit des jeunes, et combien de découvertes effectuées dans notre civilisation électromécanique contemporaine qui avaient été pressenties par ce poète de la recherche scientifique. Qu'il s'agisse de navigation aérienne, maritime, d'énergie électrique, d'énergie thermique des mers, des gaz liquéfiés puisés dans l'atmosphère, de télévision (phonotéléphoto), d'astronautique (sans oublier, hélas ! les engins de la mort), le prophète Jules Verne a annoncé les temps nouveaux. Le livre de MM. Jacobson et Antoni en constitue en quelque sorte le petit évangile... sous une forme accessible à tous.

N. D. L. R. — A la page 453 de notre « Poste d'écoute », il convient de rétablir comme suit les huit premières lignes :
La valeur de la gomme a donc augmenté de plus de 6 fois et la hausse est encore envisagée en dépit des récentes fluctuations et des décisions de l'entente internationale, car les stocks représentaient six mois de consommation en mars 1937. Or, au début de 1936, ces stocks atteignaient au moins dix-huit mois de consommation. En 1925, le caoutchouc a atteint un plafond quant au prix à 4 sh (par livre anglaise de 453 g) ; au cours de cette année, il a dépassé 1 sh. Certains spécialistes du marché estiment encore que le prix pourrait fort bien monter d'ici peu de temps.

De même pour la note 2 de la même page : (2) Le Comité international du Caoutchouc a fixé récemment à 90 % seulement les contingents d'exportation pour le deuxième semestre de 1937. On estime que les exportations de gomme, pendant cette année, seront de l'ordre de 1 180 000 t à 1 200 000 t au maximum. Or, la consommation mondiale serait de l'ordre d'au moins 1 100 000 t pour 1937, en se basant sur les résultats déjà enregistrés au cours du premier semestre. Ainsi, suivant les apports, l'offre serait donc supérieure à la demande, ce qui permettrait de reconstituer les stocks avec une marge d'environ 100 000 t. En mars 1937, les stocks répartis dans le monde étaient évalués à 400 000 t seulement ; on pourrait ainsi, dès cette année, les « remonter » à 500 000 t (ils dépassaient 600 000 t au premier trimestre 1936, alors que la consommation atteignait à peu près 1 million de tonnes). Comme les cours de 1937 laissent aux exploitants un bénéfice appréciable, on pourrait redouter une surproduction prochaine ; mais, paraît-il, dans la situation actuelle, les plantations travaillent déjà « à plein rendement » sans pouvoir suffire à un excédent de demande si il se manifestait. Cette opinion, du reste, n'est pas unanime : certains spécialistes du marché de « Mincing Lane » estiment, en effet, que nous ne serons jamais sur le point de manquer de matière, même si le cours atteint 2 shillings, alors qu'il avait franchi cette année celui de 1 shilling pour une livre de 453 g, soit, au change actuel, de 5,50 à 6 l.

Enfin, page 448, cinquième ligne, remplacer le mot carburants par gisements.

TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an..... 55 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an..... 65 fr.
	{ 6 mois... 28 —		{ 6 mois... 33 —

BELGIQUE

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an... 70 f. (français)	Envois recommandés.....	{ 1 an... 90 f. (français)
	{ 6 mois. 36 f. —		{ 6 mois. 45 f. —

ÉTRANGER

Pour les pays ci-après : *Afghanistan, Australie, Bolivie, Chine, Danemark, Etats-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Iles Philippines, Indes Néerlandaises, Irlande, Islande, Italie et Colonies, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Pérou, Rhodésie, Suède.*

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an..... 90 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an.... 110 fr.
	{ 6 mois... 46 —		{ 6 mois.. 55 —

Pour les autres pays :

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an..... 80 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an..... 100 fr.
	{ 6 mois... 41 —		{ 6 mois.. 50 —

Les abonnements partent de l'époque désirée et sont payables d'avance, par mandats, chèques postaux ou chèques tirés sur une banque quelconque de Paris. — Tout changement d'adresse doit être accompagné de la somme de 1 franc en timbres-poste.

« LA SCIENCE ET LA VIE » — Rédaction et Administration : 13, rue d'Enghien, Paris - X^e
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

Directeur : G. BOURREY. — Gérant : M. LAMY.

Paris. — Imp. MAURICE BERNARD, 18, rue d'Enghien.

Vient de paraître :

NOUVELLE

ENCYCLOPÉDIE PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ

DEUX FORTS VOLUMES

Format 21×29, reliés dos cuir, plat
toile, 1.400 pages de texte. Gravures,
dessins, schémas.

Publiée sous la direction de **M. DESARCES**, Ingénieur E. C. P.,
avec la collaboration d'Ing. électriciens des Arts et Métiers, de
l'Ecole Sup. d'Electricité et de l'Inst. électrotechn. de Grenoble.

SEPT MODÈLES DÉMONTABLES
diversement coloriés de **MACHINES**
et **INSTRUMENTS ÉLECTRIQUES**.

LA NOUVELLE ENCYCLOPÉDIE PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ est
enfin terminée. Elle était depuis longtemps attendue par tous les
ouvriers, les spécialistes, les contremaîtres, les chefs de chantiers, les
ingénieurs, etc., et tous ceux également qui, de près ou de loin, ont
fréquemment à rechercher des solutions pratiques de montage, de construc-
tion, d'installation, de mise au point ou de réparations quelconques de
machines ou d'appareils électriques.

Ils trouveront dans cet ouvrage si complet tous les renseignements utiles
qu'ils chercheraient en vain dans de nombreuses publications séparées.

Les auteurs se sont surtout appliqués à réunir

LA THÉORIE A LA PRATIQUE

L'homme de métier trouvera dans ce nouvel ouvrage des données techniques
ou théoriques que le temps lui a fait oublier ou que sa spécialisation ne lui a
permis que d'affleurer au cours de ses études, et le lecteur non spécialisé, désireux

D'APPRENDRE ET DE COMPRENDRE

Y trouvera ample matière à enseigner ; il poursuivra sans fatigue et avec
un intérêt de plus en plus croissant l'étude si attachante des phénomènes
électriques et leurs féériques applications.



TABLE DES MATIÈRES

TOME I

Phénomènes électriques. Phénomènes magnétiques. — Courants alternatifs : Simples, Monophasés, Polyphasés. — Effets Physiologiques des courants industriels. Courant à haute fréquence. — Générateurs et Moteurs Electrostatiques. — L'Electron. Symboles concernant l'Electrotechnique. — **Dynamos à courant continu**. Fonctionnement d'une Dynamo. Construction des Dynamos. Tableaux d'installation. Essai des Dynamos. Débranchement des Dynamos en fonctionnement. — **Alternateurs**. Fonctionnement. Construction. Tableaux d'installation. Essai des Alternateurs. — **Moteurs à courant continu**. — Propriétés générales. Fonctionnement. Installation et Régulation. Essai. Cause des dérangements. — **Moteurs à courant alternatif**. — Moteurs Synchrones, Monophasés et Polyphasés. Moteurs asynchrones. Polyphasés et Monophasés à collecteurs. — **Accumulateurs** au plomb et alcalins. — **Transformateurs** Statiques. Théorie et fonctionnement. Construction, emploi. Essais de réception. — **Moteurs générateurs** Groupes et commutateurs. Générateurs asynchrones. — **Machines spéciales** pour l'amélioration du facteur de puissance. Moteurs synchrones surexcités. Moteurs d'instruction avec collecteurs en cascades. Moteurs asynchrones synchronisés. Moteurs spéciaux à courant alternatif. — **Condensateurs** statiques. — **Redresseurs** à Vapeur de mercure. Redresseur Tungar. Redresseur à Oxyde de cuivre. Redresseur électrolytique. Redresseurs à Vibreurs. — **Mesures** électriques des courants, des résistances, de capacité et de coefficient de Self induction, de puissance. Transformateurs de Mesures. Etudes des courbes et des courants alternatifs. Instruments à lecture directe. — **Compteurs** pour courants continu, alternatif. Etalonnage. Tarification de l'énergie électrique. — Système de Télécommande.

— **Transmission de l'énergie**. — Distributions. Canalisations. Type de Câbles et fabrication, Essais, Pose. Recherches des câbles posés. Lignes aériennes. Eléments constitutifs, Construction et exploitation des lignes. Interconnexion des centres de production. — **Usines centrales**. Usines Hydrauliques Les mesures en hydraulique. — **Appareils de protection**. Disjoncteurs haute tension. Protection sélective.

TOME II

Installations électriques dans immeubles et dépendances. — Règlements. Calcul des Canalisations. Appareillage. Outillage et Tours de main. Divers Schémas. — **Eclairage**. Etude de la Lumière. Photométrie. Principes généraux. Eclairage des voies publiques. Lampes à incandescence et à Arc. Application de l'Eclairage aux Locaux, Théâtres, Bibliothèques, etc... — **Tractions** électriques diverses. Transmission de l'énergie aux Motrices et Equipement. Freinage et Récupération. Tractions spéciales par accus. — **Télégraphie** électrique. Appareils divers. Transmissions automatiques multiples, successives. Téléimprimeur. — **Téléphonie**. Récepteurs et Transmetteurs. Lignes. L'Automatique. Divers systèmes. — **Radiotélégraphie**. Ondes. Circuits oscillants et couplés. Lampes à électrodes. Emission. Réception. Ondes courtes. Applications de la radioélectricité. — **Electrochimie et Métallurgie**. Fours électriques. Soudure. — **Electricité Médicale**. Radiologie. Accidents et traitements. — **Signalisation** électrique. Cellules photoélectriques. Applications. — **Appareils domestiques**. Chauffage. Cuisine Electrique. Production du froid. — **Horlogerie** Electrique. — **Ascenseurs** Monte-charges. — **Distribution de l'Energie**. Appareil. Installation. Réseaux. Electrification rurale.

BULLETIN DE COMMANDE

Veuillez m'expédier en compte ferme la NOUVELLE ENCYCLOPÉDIE PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ en 2 volumes reliés (21×29) au prix de 255 francs payables aux conditions ci-après :

- 15 francs par mois jusqu'à parfait paiement ;
 - En 3 paiements mensuels de 82 fr. 45 (3 % d'escompte) ;
 - En un seul paiement de 239 fr. 70 (6 % d'escompte) à la livraison.
- Chaque commande est majorée de 10 francs pour frais de port et d'emballage et chaque quittance de 1 franc pour frais d'encaissement.

Nom et prénoms.....

Signature :

Profession.....

Domicile.....

Ville..... Dép^{te}.....

Le.....

(Indiquer le paiement adopté)

BON pour une NOTICE ILLUSTRÉE

Veuillez m'adresser le prospectus spécimen de la NOUVELLE ENCYCLOPÉDIE PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ.

Nom.....

Adresse.....

Détacher ce BON ou ce BULLETIN et l'envoyer à la

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

Pour 1.500 francs

vous apprendrez un métier...

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

vous serez breveté dépanneur...

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

votre situation sera assurée...

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

vous monterez vous-même 6 postes...

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

vous posséderez un Super-6 lampes.

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

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

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

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

SECTION INDUSTRIELLE (atelier-école de monteuses), 5. CITÉ PARADIS. PARIS
Toute la correspondance doit être adressée : 10 bis, rue Amyot, Paris (V^e)