

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

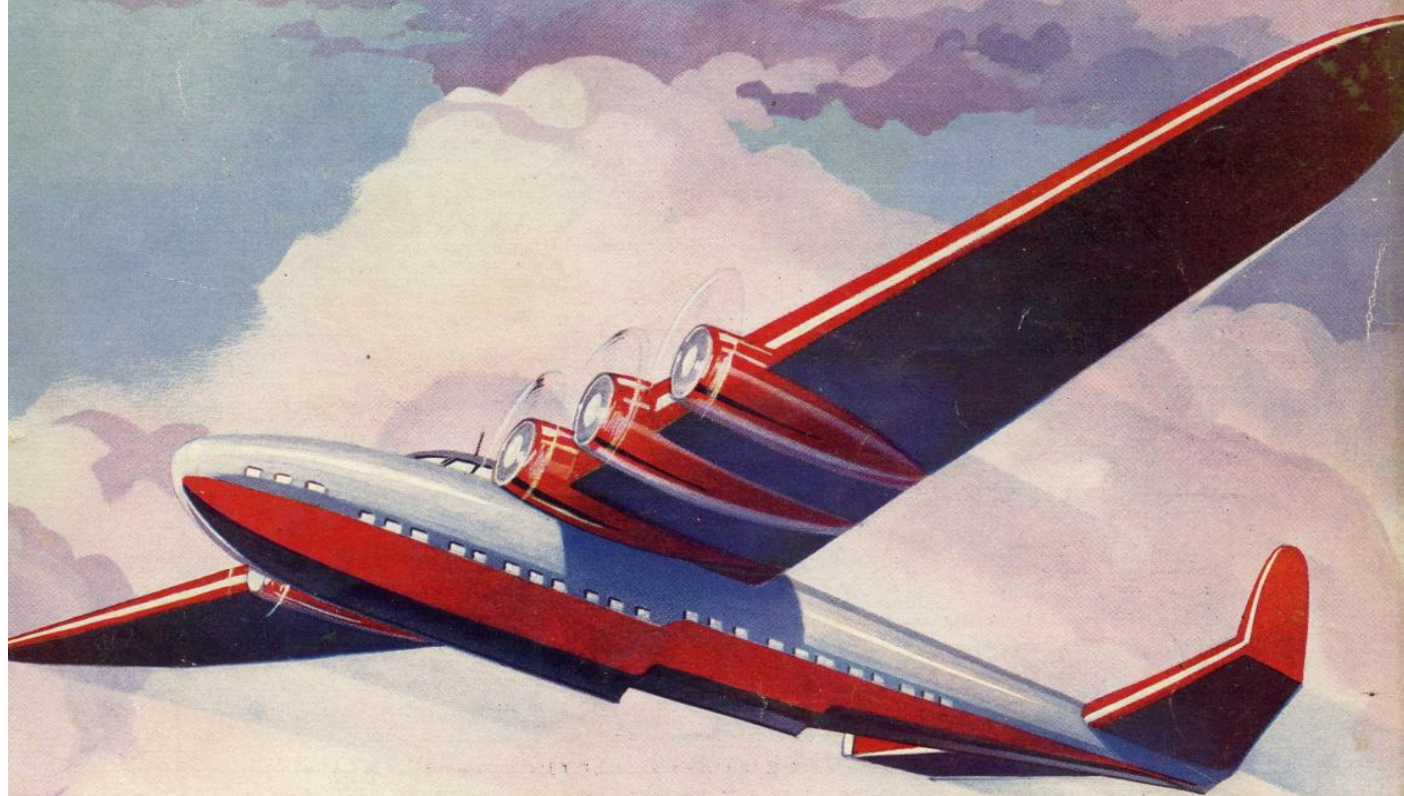
Notice de la Revue	
Auteur(s) ou collectivité(s)	La science et la vie
Auteur(s)	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Adresse	Paris : La science et la vie, 1913-1945
Collation	339 vol. : ill. ; 24 cm
Cote	SCI.VIE
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Note	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 53. n. 250. Avril 1938
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1938
Collation	1 vol. (XX p.-p.[241]-321) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 250
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Thématique(s)	Généralités scientifiques et vulgarisation
Typologie	Revue
Note	La page XV n'existe pas.
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.250

France et Colonies : 5 fr.

N° 250 - Avril 1938

LA SCIENCE ET LA VIE



LA NAVIGATION
DANS LES NUAGES

Robert Souha

Vient de paraître :

NOUVELLE

ENCYCLOPÉDIE PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ

DEUX FORTS VOLUMES

Format 21x29, reliés dos cuir, plat
toile, 1.600 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 qu'à peine d'effleurer au cours de ses études, et le lecteur non spécialisé, désireux

D'APPRENDRE ET DE COMPRENDRE

se trouvera ample matière à enseignement : il poursuivra sans fatigue et avec
un intérêt de plus en plus croissant l'étude si attachante des phénomènes
électriques et leurs féériques applications.

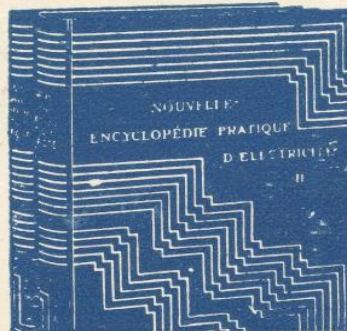


TABLE DES MATIÈRES

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, emp. ci. 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 électrique. Production du froid. — **Horlogerie** électrique. — **Ascenseurs** Monte-charge. — **Distribution** de l'énergie. 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 x 29) au prix de 350 francs payables aux conditions ci-après :

- 20 francs par mois jusqu'à parfait paiement ;
 - En 3 paiements mensuels de 110 fr. 75 (5 % d'escompte) ;
 - En un seul paiement de 330 francs (10 % d'escompte) à la livraison.
- Chaque commande est majorée de 15 francs pour frais de port et d'emballage et chaque quittance de 1 franc pour frais d'encaissement.

Nom et prénoms
Profession
Domicile
Ville Dep^{ts}
Le 193... (Indiquer le paiement adopté.)

Signature :

BON pour une NOTICE ILLUSTRÉE

(Service S. V.)

Veuillez m'adresser le prospectus spécimen de la NOUVELLE ENCYCLOPÉDIE PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ.

Nom

Adresse

Copier ou 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, Bd St-Germain, Paris-7^e

PUBL. C. BLOCH



ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL **ÉCOLE DE NAVIGATION**

placées sous
le haut patronage
de plusieurs Ministères

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

Cours sur place ou par correspondance

INDUSTRIE

Obtention de Titres ou Certificats
Ingénieurs, Elève-Ingénieur et Technicien
Dessinateur et Contremaître
MÉCANIQUE - ÉLECTRICITÉ
BATIMENT - TRAVAUX PUBLICS
Section spéciale de Chimie industrielle

COMMERCE

**SECRÉTAIRE, COMPTABLE
ET DIRECTEUR**
Diplômes d'Études juridiques

AGRICULTURE

**AGRICULTEUR, RÉGISSEUR,
CHEF DE CULTURE,
INGÉNIEUR**

SECTION DES SCIENCES MATHÉMATIQUES et PHYSIQUES

Etude et développement par cor-
respondance des Sciences mathé-
matiques et physiques depuis les
cours d'initiation jusqu'aux cours
les plus élevés.

Arithmétique - Géométrie - Algèbre - Trigon-
ométrie - Mécanique - Cosmographie - Géomé-
trie descriptive - Mathématiques générales -
Calcul différentiel - Calcul intégral - Géométrie
analytique - Physique - Chimie - Electricité -
Résistance des matériaux.

PROGRAMMES GRATUITS (Joindre un timbre pour toute réponse)

MARINE MILITAIRE

Préparation aux Ecoles
des **ÉLÈVES-INGÉNIEURS MÉ-
CANICIENS** (Brest) — des **SOUS-
OFFICIERS MÉCANICIENS**
(Toulon) et **PONT** (Brest) — des
MÉCANICIENS : Moteurs et Ma-
chines (Lorient) — Ecole des **MÉ-
CANICIENS** et **SOUS-OFFI-
CIERS MÉCANICIENS** d'Aviation
maritime — **BREVET** de T. S. F.

AVIATION

NAVIGATEURS AÉRIENS
AGENTS TECHNIQUES - T. S. F.
INGÉNIEURS ADJOINTS
OFFICIERS MÉCANICIENS
ÉCOLE DES MÉCANICIENS DE
ROCHEFORT — ÉCOLE DES
SOUS-OFFICIERS PILOTES
d'ISTRES — BOURSES DE
PILOTAGE

MARINE MARCHANDE

Préparation des Examens
ÉCOLES DE NAVIGATION
ÉLÈVES-OFFICIERS et **LIEU-
TENANTS** (Pont et Machines) —
OFFICIERS MÉCANICIENS
OFFICIERS T. S. F.

Les Brevets d'Officiers-Mécan. de 2^e cl. et d'Elève-Off. peuvent être acquis sans avoir navigué.

Préparation spéciale au TITRE D'INGÉNIEUR DIPLOMÉ

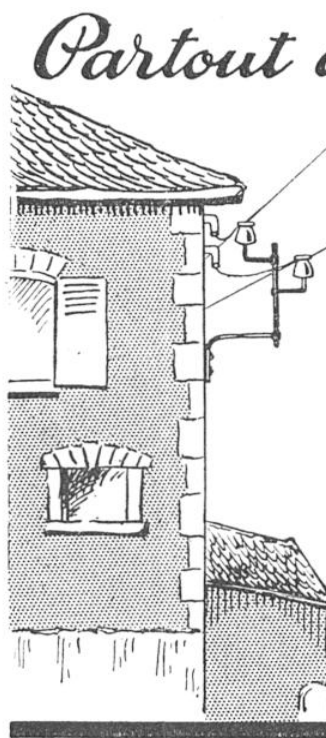
du Conservatoire national
des Arts et Métiers

CONSEILS GRATUITS SUR L'IMPOR-
TANCE DU MÉMOIRE

MRJ-ELGY

E. P. P. P. P.

*Partout où passe
le courant lumière*
...ET SANS INSTALLER
LA FORCE!
vous pouvez brancher un



Ragonot-Delco
ETS RAGONOT
15, Rue de Milan - PARIS-IX*
Téléphone: Trinité 17-60 et 61

Pub. R.-L. Dupuy

**un ensemble
unique...**

PHOTOGRAVURE
OFFSET - TYPONS
GALVANOPLASTIE
CLICHERIE
PHOTOS
RETOUCHES

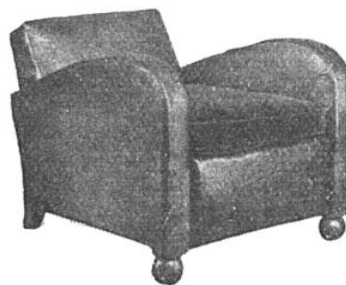
**pour
illustrer vos
Publicités**

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

Les sièges CONSTANT

6, boulevard Voltaire, PARIS (11^e)
Téléphone : ROQUETTE 10-04

50 % moins cher



●
FAUTEUILS
CUIR
PATINÉ
■

●
GRAND
CONFORT
●

FORMES NOUVELLES DEPUIS **175 fr.**

Conditions spéciales aux lecteurs de LA SCIENCE ET LA VIE

EXPOSITION UNIQUE - 200 MODÈLES

La grande maison du siège cuir

ATELIERS ET EXPOSITIONS
6, boulevard Voltaire, PARIS (11^e) - Tél. : Roquette 10-04

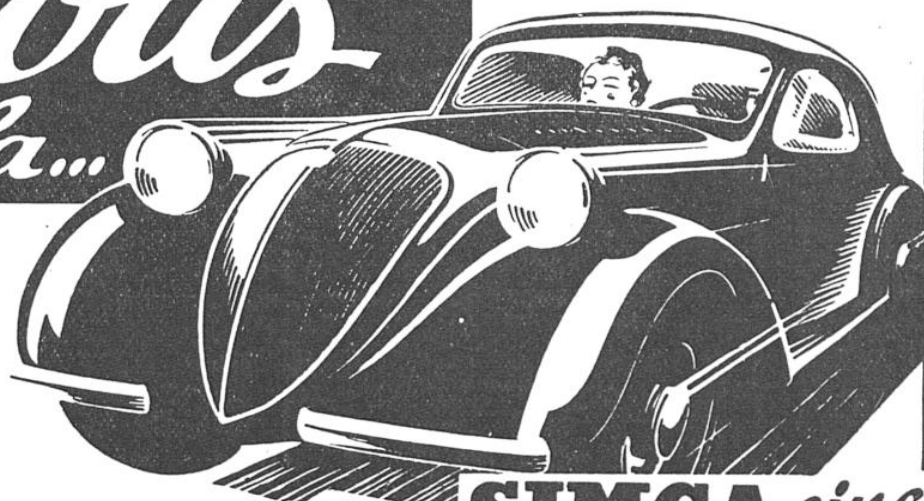
CATALOGUE SV FRANCO

AVEC
DES CONDITIONS PARTICULIÈRES ET

300

PAR MOIS
VOUS ACHETEREZ

*tous
la...*



SIMCA*cing*

3 lit. 450 aux 100 kms
au Concours du Bidon de 5 litres. 4 vi-
tesses (3^e silencieuse et synchronisée).
Freins et amortisseurs hydrauliques.
Roues avant indépendantes. Carrosserie
monocoque tout acier. Garantie 6 mois
et plusieurs révisions gratuites

BON POUR LA BROCHURE GRATUITE

Veuillez m'envoyer, sans engagement ni frais de
ma part, votre brochure :

"VOUS. QUI RÊVEZ D'AVOIR..."

Nom

Adresse

Adresser ce bon à la SIMCA - NANTERRE.

14.280 Frs

Révélation du secret de l'influence personnelle

Méthode simple pour développer le magnétisme, la concentration, la mémoire et la force de volonté. Un livre de 64 pages décrivant entièrement cette méthode unique ainsi qu'un diagramme d'auto-analyse et une étude de caractère **GRATIS** à tous ceux qui écrivent immédiatement.

« La merveilleuse puissance de l'Influence Personnelle, du Magnétisme, de la Fascination, du Contrôle de l'Esprit, qu'on l'appelle comme on voudra, peut être sûrement acquise par toute personne, quels que soient son peu d'attrait naturel et le peu de succès qu'elle ait eu », dit M. Elmer E. Knowles, auteur du livre intitulé : *La Clé du Développement des Forces Intérieures*. Ce livre dévoile des faits aussi nombreux qu'étonnants concernant les pratiques des Yogis hindous et expose une méthode unique en son genre pour le développement du Magnétisme Personnel, des Puissances Hypnotiques et Télépathiques, de la Mémoire, de la Concentration et de la Force de Volonté à l'aide de la merveilleuse science de la suggestion. Le comte H. Csaky-Pallavicini écrit : « Chacun devrait posséder votre méthode si simple. Les instructions qu'elle contient sont aussi nécessaires à l'humanité que l'air l'est aux poumons ou la nourriture au corps. » Ce livre distribué gratuitement contient de nombreuses reproductions photographiques montrant comment ces forces invisibles sont employées dans le monde entier et comment des milliers de personnes ont développé certaines puissances de la possession desquelles elles étaient loin de se douter. La distribution gratuite a été confiée à une grande institution de Bruxelles et un exemplaire sera envoyé franco à quiconque en fera la demande.



Comte H. CSAKY-PALLAVICINI

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

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

Ecrivez très lisiblement vos nom et adresse complets (en indiquant Monsieur, Madame ou Mademoiselle) et adressez la lettre à **PSYCHOLOGY FOUNDATION S. A.**, distribution gratuite (Dept. 3529-H), rue de Londres, 18, Bruxelles, Belgique. Si vous voulez, vous pouvez joindre à votre lettre 3 francs français, en timbres de votre pays, pour payer les frais d'affranchissement, etc. Assurez-vous que votre lettre est suffisamment affranchie. L'affranchissement pour la Belgique est de 1 fr. 75.

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



de vraies Besançon

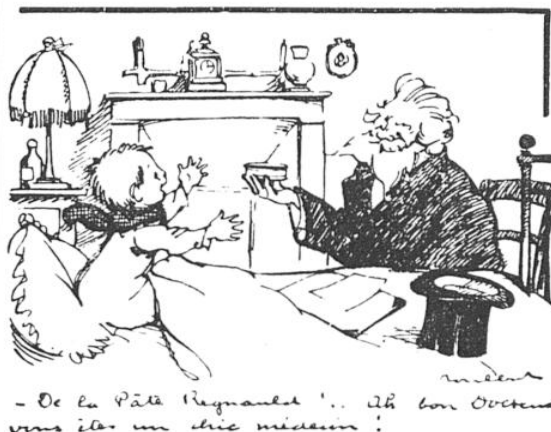
expédiées directement par le fabricant, avec garantie de provenance...

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

Echanges et reprises de montres anciennes

SARDA
BESANÇON
FABRIQUE D'HORLOGERIE DE PRÉCISION

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



La MAISON FRÈRE 19, rue Jacob, Paris

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

PATE REGNAULD

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

PUBL. C. BLOCH

UNIQUE EN FRANCE !!!

L'application nouvelle de notre

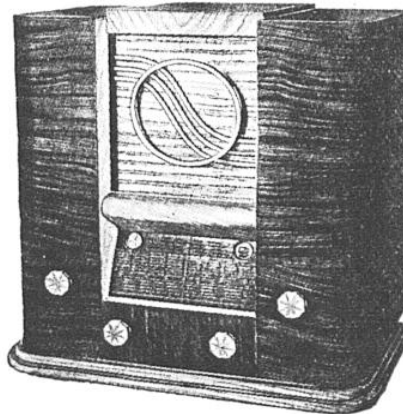
GARANTIE STANDARD DE 3 ANS

comprenant :

UN SERVICE D'ENTRETIEN
et 3 VÉRIFICATIONS GRATUITES par AN**ÉCHANGE****INSTANTANÉ****DE TOUS****CHASSIS****OU POSTES**QUELQUE SOIT
LA CAUSE DE L'ARRÊT**SÉCURITÉ - QUALITÉ - RENDEMENT**Notre dernière création **1938****L'ULTRAMERIC IX** **TOUTES ONDES**
PUSH-PULL

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

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



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

PLUS de 130 STATIONS, ainsi que les ONDES COURTES sur antenne de fortune**PRIX DE RÉCLAME IMBATTABLE**
pour châssis.**995. »**

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

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

EXPÉDITIONS IMMÉDIATES EN PROVINCE

COMPTE CHÈQUES POSTAUX : PARIS 1711-28

EXPÉDITIONS CONTRE REMBOURSEMENT

VERSEMENT UN QUART À LA COMMANDE

FOURNISSEUR DES GRANDES ADMINISTRATIONS — CHEMINS DE FER — ANCIENS COMBATTANTS — MUTILÉS DE GUERRE, etc.

MAISON DE CONFIANCE

ÉTUDES CHEZ SOI

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

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

L'ÉCOLE UNIVERSELLE,

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

LA PLUS IMPORTANTE DU MONDE.

L'efficacité des méthodes de l'Ecole Universelle, méthodes qui sont, depuis 31 ans, l'objet de perfectionnements constants, est prouvée par

LES MILLIERS DE SUCCÈS

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

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

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

BROCHURE N° 33.003, 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° 33.008, 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° 33.013, 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° 33.016, 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° 33.023, 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° 33.026, 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° 33.033, 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° 33.038, 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° 33.040, 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° 33.048, 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° 33.050, concernant la préparation aux carrières du **Cinéma** : Carrières artistiques, techniques et administratives.

(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 33.059, concernant la préparation aux carrières du **Journalisme** : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc.

(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 33.061, 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° 33.069, 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° 33.073, 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° 33.075, 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 les Grands Prix de Rome, Professeurs membres du jury et Lauréats du Conservatoire national de Paris.)

BROCHURE N° 33.081, 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° 33.086, concernant l'**Art d'écrire** (Rédaction littéraire, Versification) et l'**Art de parler en public** (*Eloquence usuelle, Diction*).

BROCHURE N° 33.091, enseignement pour les **enfants débiles ou retardés**.

BROCHURE N° 33.095, concernant les **carrières féminines** dans tous les ordres d'activité.

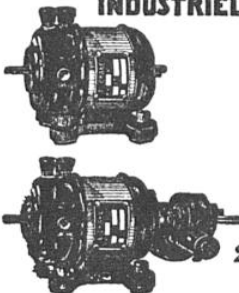
BROCHURE N° 33.097, **Coiffure, Manucure, Pédicure, Massage, Soins de beauté**.

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°)

PETITS MOTEURS INDUSTRIELS



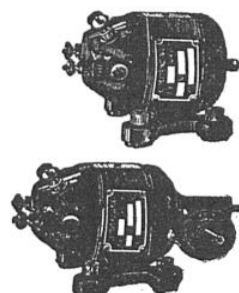
240^{es} B-JEAN-JAURES BILLANCOURT

MICRODYNE



TELEPHONE MOLITOR 13.39

L. DRAKE CONSTRUCTEUR



PUBL. C. BLOCH



pour sortir de là...!

... comme pour le char embourbé, comptez d'abord sur vous mêmes, et, dans la vie entourez vous d'éléments propres à valoriser votre travail, afin de ne pas rester en arrière.

Les Règles "MARC" vous seconderont alors efficacement pour réaliser plus vite et simplement vos calculs de prix, horaires, électriques, surfaces, densités, racines, intérêts, fractions, etc.

VENTE : PAPETIERS-LIBRAIRES
OPTICIENS. INSTRUMENTS DE PRÉCISION

Règles de 34 à 45 frs

RÈGLES A CALCUL DE POCHE MARC

24, RUE DE DUNKERQUE - PARIS - X^e

DÉCOUPEZ ET REMPLISSEZ CE **BON** pour recevoir gratis et sans engagement de votre part, toute documentation sur l'utilité des règles à calcul.

M. _____

Adresse _____

PUBL. C. BLOCH

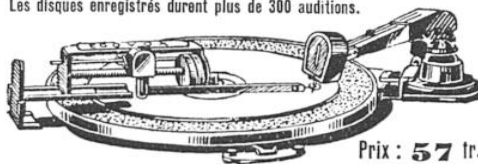
ENREGISTREZ VOUS-MÊMES...

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

EGOVOX

L'ENREGISTREUR DU SON

LA SIMPLICITÉ MÊME caractérise le fonctionnement de l'Egovox, ce qui n'est pas une des moindres raisons de son succès mondial. Les disques enregistrés durent plus de 300 auditions.



Prix : 57 fr.

CATALOGUE FRANCO SUR DEMANDE

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

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

PUBL. C. BLOCH

LE

FILTRE CHAMBERLAND

SYSTÈME PASTEUR

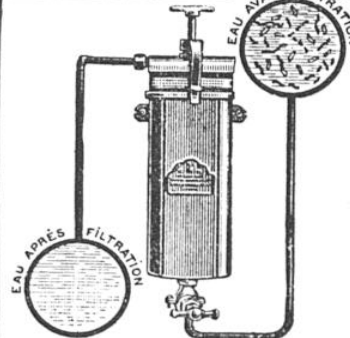
sans emploi d'agents chimiques

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

FILTRES A PRESSION FILTRES DE VOYAGE
ET SANS PRESSION ET COLONIAL

BOUGIES DE DIVERSES POROSITÉS POUR LABORATOIRES

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



PUBL. C. BLOCH

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

LA
**POLYCHROME
DUBUIT**



NOMBREUSES RÉFÉRENCES DANS
TOUTES LES BRANCHES DE L'INDUSTRIE

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

PRÉSENTATION MODERNE

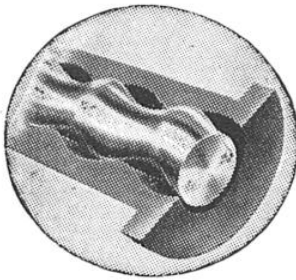
4 fois moins chère que l'étiquette

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

MACHINES DUBUIT
62 bis, rue Saint-Blaise

PARIS
Roq. : 19-31

PUBL. C. BLOCH

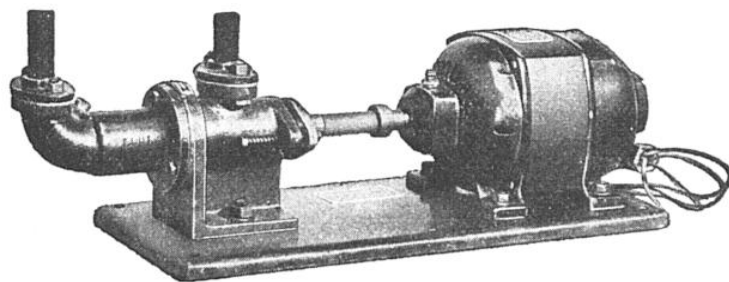


POMPES EN CAOUTCHOUC
P.C.M.

LICENCE R. MOINEAU, BREVETÉE FRANCE ET ÉTRANGER

AVANTAGES

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



De nombreuses pompes fonctionnent à bord des croiseurs
Dunkerque, Strasbourg, Richelieu, pour tous liquides.

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

LUNETTE HORIZON

FORME MODERNE
BREVETÉE S.G.D.G.

DONNANT UN CHAMP
DE VISION COMPLET

LUNETTE ÉLÉGANTE AUX LIGNES HARMONIEUSES
AJOUTÉ AU VISAGE UNE GRANDE DISTINCTION

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.

L'HOMME MODERNE

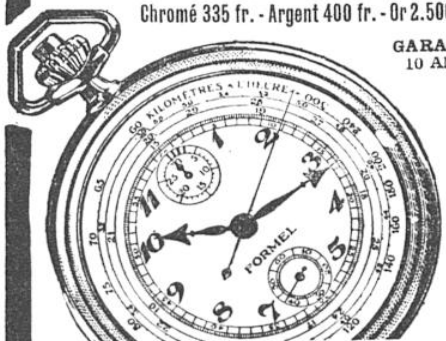
remplace une montre ordinaire par le
Chronographe FORMEL

C'est un appareil scientifique donnant toujours l'heure exacte et permettant tous les chronométrages : scientifiques, industriels et sportifs, avec la plus rigoureuse précision.

PRIX FRANCO :

Chromé 335 fr. - Argent 400 fr. - Or 2.500 fr.

GARANTI
10 ANS



VENTE EXCLUSIVE
E. BENOIT, 60, r. de Flandre, PARIS

Références : ETAT, CHEMINS DE FER DE L'EST,
P. O., VILLE DE PARIS, ETC.

NOTICE A FRANCO

PUBL. C. BLOC

INVENTEURS

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

DEMANDEZ LA BROCHURE GRATUITE "S"

LA RADIESTHÉSIE SCIENTIFIQUE OU RADIO-DÉSINTÉGRATION

L. TURENNE

Ingénieur E. C. P. - Ancien professeur de T. S. F.

19, rue de Chazelles, PARIS (17^e) Téléphone : Wagram 42-29

**Appareils perfectionnés - Livres
COURS ET LEÇONS**

LES ONDES ÉLECTRO-MAGNÉTIQUES (3 plans d'induction).
ONDES des AIMANTS, des COULEURS, des CRISTAUX, de tous les CORPS.
RECHERCHE d'EAU et de MÉTAUX. — ONDES de SANTÉ, CONTRÔLE des MÉDICAMENTS.
PHOTOGRAPHIES des ONDES.
Le TÉMOIN INDIVIDUEL (notre double).
MAISONS CONTAMINÉES. — ONDES NOCIVES d'autos, d'avions, de trains ; leurs APPAREILS de PROTECTION.
APPLICATIONS à la Défense nationale.

Envoi franco des notices explicatives

POMPES - ÉLECTRICITÉ - CHAUFFAGE

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

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**

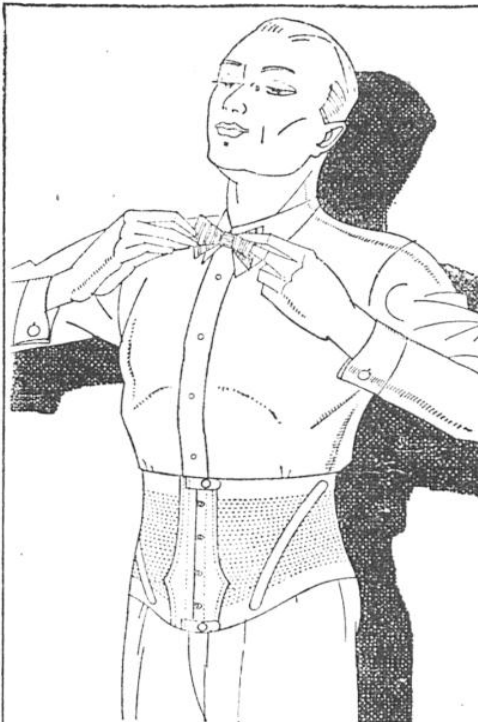
DE

LA SCIENCE ET LA VIE



23, RUE LA BOÉTIE
PARIS (VIII^e)

PUBL. C. BLOCH



Pour sa Santé !
Pour sa Ligne !

L'HOMME MODERNE
doit porter la

Nouvelle Ceinture

Anatomic

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

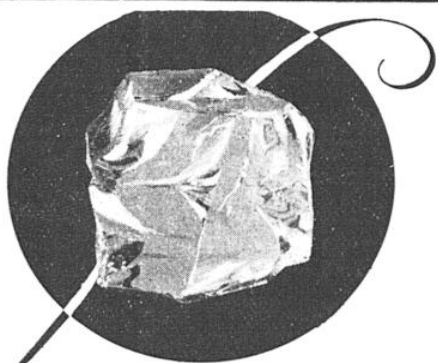
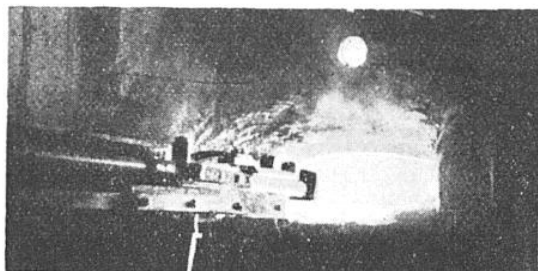
Nos	TISSU ÉLASTIQUE — BUSC CUIR —	Haut. devant	COTE forte	COTE souple
101	Non réglable...	20 c/m	80 f.	100 f.
102	Réglable.....	20 c/m	100 f.	120 f.
103	Non réglable...	24 c/m	110 f.	130 f.
104	Réglable.....	24 c/m	130 f.	150 f.

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

BELLARD - V. THILLIEZ
SPÉCIALISTES

24, Faubourg Montmartre, PARIS-9^e

QUALITÉ



Le bloc de verre, lumineux, et pur, s'est élaboré lentement, dans le creuset aux lueurs ardentes...

Des soins attentifs ont entouré cette naissance qui est aussi celle de votre

JUMELLE DE PRÉCISION



Demandez à votre opticien la plaquette
"UN RÊVE RÉALISÉ"
ou à défaut, réclamez-la en écrivant à :
BBT KRAUSS, 82, Rue Curial, Paris-19°

L'ÉLECTRICITÉ



*Pourquoi
le traitement
par
l'électricité
guérit :*

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

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

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

Système Nerveux, de

l'Appareil Urinaire chez l'homme et la femme, des

Voies Digestives et du

Système Musculaire et Locomoteur.

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

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

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

C'EST GRATUIT : Écrivez à M^r le Docteur L. P. GRARD, Institut Médical Moderne, 30, Avenue Alexandre-Bertrand à FOREST-BRUXELLES, et vous recevrez par retour du courrier, sous enveloppe fermée, le précis d'électrothérapie avec illustrations et dessins explicatifs.

Affranchissement pour l'Étranger; lettres 1-75, cartes 1 f.

CONCOURS D'OCTOBRE 1938

(PROBABLE)

POUR LE RECRUTEMENT

d'Inspecteurs et d'Inspectrices adjoints du Travail

Un concours pour cet emploi vient d'avoir lieu le 28 mars. Le besoin d'un nouveau concours en 1938 se fait impérieusement sentir, parce que, dans l'éventualité même du succès de 55 candidats le 28 mars, ce qui est improbable en raison du court délai qui s'est écoulé entre l'annonce du concours et les épreuves, le contingent de nouveaux postes accordé par le Parlement ne serait pas rempli. Un concours pour un grand nombre de places, qui sera ultérieurement fixé, est donc à envisager en octobre. Il serait ouvert aux hommes et aux femmes.

Les conditions d'admission à concourir sont les suivantes : **Age** : plus de vingt-quatre ans et moins de trente ans au 1^{er} janvier 1938, cette dernière limite étant prorogée d'une durée égale à celle : a) des services militaires ; b) des services administratifs. — **Diplômes** : ou brevet supérieur, ou baccalauréat, ou diplôme d'une Ecole supérieure de Commerce reconnue par l'Etat ou équivalences, ou huit années de pratique industrielle. Bien entendu, les Inspecteurs et Inspectrices adjoints peuvent concourir à l'emploi d'Inspecteur.

Pour recevoir tous renseignements complémentaires, sans être engagé le moins du monde, prière de remplir la petite fiche ci-dessous et de l'envoyer de toute urgence à l'**Ecole Spéciale d'Administration, 28, boulevard des Invalides, Paris (7^e).**

Si vous désirez un conseil particulier à votre cas ou à celui de la personne à laquelle vous vous intéressez, veuillez remplir le petit questionnaire ci-après et l'envoyer à Paris, 28, boulevard des Invalides, à l'**ÉCOLE D'ADMINISTRATION.**

Nom Prénoms

Adresse complète

Date de naissance

Diplômes, le cas échéant

Durée des services civils, le cas échéant



ÉCOLE CENTRALE DE T.S.F.

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

Fondée en 1919
Médaille d'or 1920 Médaille d'or 1931

PRÉPARATION AUX SITUATIONS

Ingénieur, sous-ingénieur, chef monteur, dépanneur radio. Officier radio de la marine marchande. Opérateur radio d'aviation, radiotélégraphiste des ministères, breveté supérieur de navigation aérienne, vérificateur des installations électromécaniques des P.T.T.

Service Militaire - T. S. F.

Génie — Marine — Aviation

Cours du Jour, du Soir et par Correspondance

Le placement et l'incorporation

sont assurés par l'École
et l'Amicale des Anciens Elèves

Depuis sa fondation l'ÉCOLE CENTRALE DE T. S. F. a préparé plus de 15.000 Elèves qui ont tous obtenu satisfaction. Elle est sans conteste :

La grande Ecole française de la Radio

Demander renseignements pour prochaine session

PUBL. BONHANGE

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°

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

Copyright by La Science et la Vie, Avril 1938 : R. C. Seine 1161544

Tome LIII

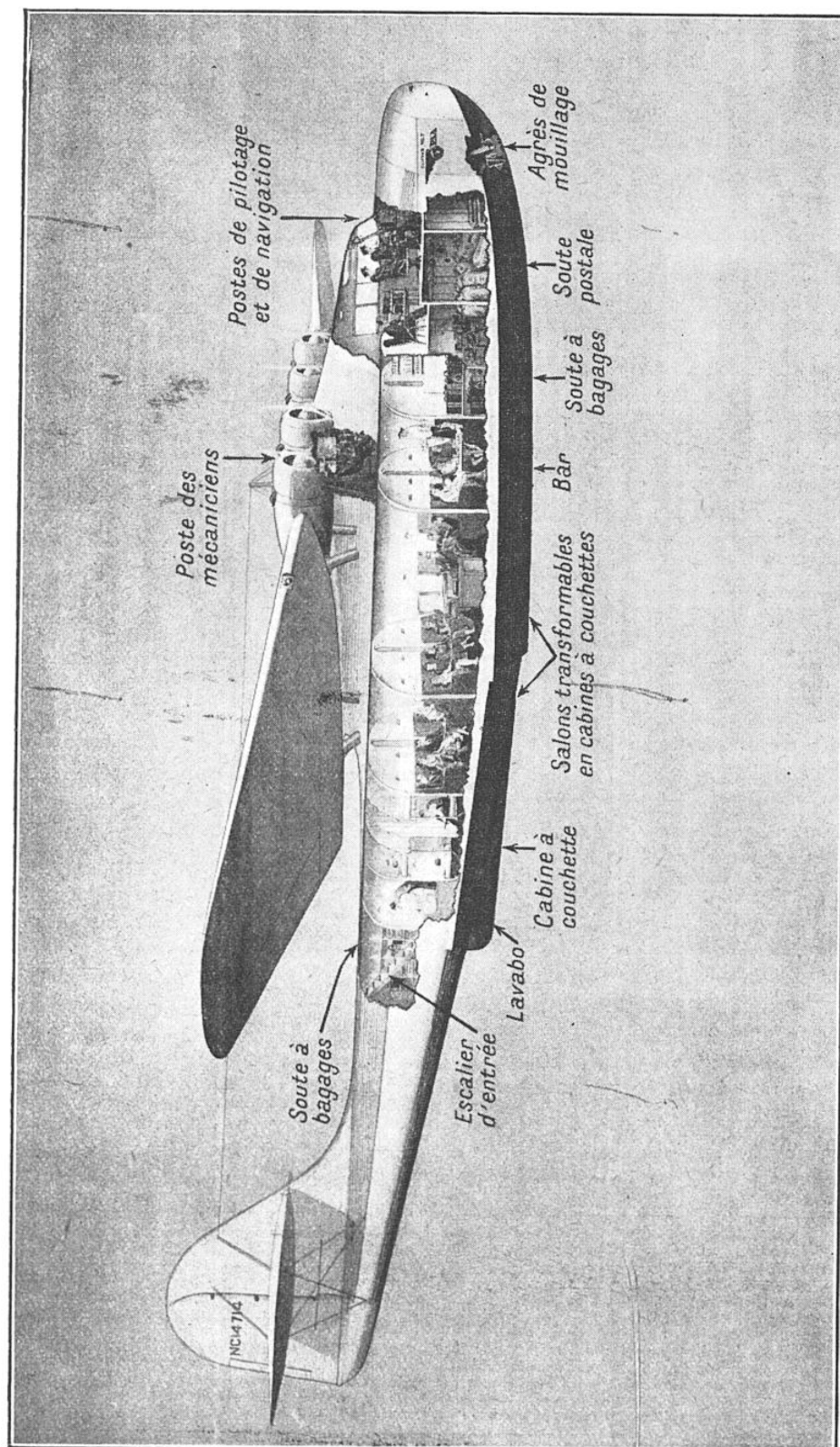
Avril 1938

Numéro 250

SOMMAIRE

Comment s'effectuera scientifiquement la navigation dans les nuages des paquebots aériens	A. Verdurand. 243
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.	
La sécurité des traversées transocéaniques ne dépend pas seulement des qualités du matériel volant. Elle résulte aussi du meilleur choix de la « route » par le navigateur. Progrès de la météorologie et perfectionnement des appareils de bord conditionnent le développement de la future locomotion aérienne transatlantique.	
Ce que l'industrie électrique doit aux recherches de science pure du savant américain Irving Langmuir	L. Houllevigue.. 254
Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.	
Lampe à incandescence « demi-watt », tubes électroniques pour la radio et la production des rayons X, telles sont les principales applications des travaux de laboratoire de Langmuir aux Etats-Unis.	
Empreintes digitales et hérédité	Jean Labadié.. 261
Les empreintes digitales caractéristiques de chaque individu, présentent-elles un caractère héréditaire ? Les lois de la génétique ne permettent pas encore de l'affirmer, mais nous ouvrent des horizons nouveaux dans ce domaine des sciences biologiques	
Facultés d'immersion du sous-marin moderne et aviation de bombardement.	XXX
269	
Essor de l'industrie houillère : rationalisation et mécanisation.	Jean Armanet
271	
Ingénieur au Corps des Mines. Professeur à l'Ecole N° 5 ^{re} des Mines de Paris.	
Comment l'organisation du travail (rationalisation) et le développement de l'outillage (mécanisation) dans les mines a accru le rendement de l'exploitation des gisements de charbon, même dans les conditions défavorables que l'on rencontre en France.	
Notre poste d'écoute.	G. B. 279
Coronographie et cinématographie du Soleil	Pierre Rousseau
287	
La réalisation d'éclipses artificielles de Soleil permet aux astronomes d'observer, de photographier, de cinématographier les gigantesques protubérances de la couronne solaire.	
La politique française des gazogènes est-elle sur la bonne voie ? ..	G. B. 292
Le Salon de l'Automobile de New York et l'évolution de la construction américaine en 1938	
Les Etats-Unis se préoccupent, de plus en plus, du confort et de l'agrément de conduite si recherchés par l'usager : qualité de suspension, silence des organes mécaniques, ventilation, climatisation, grandes accélérations, boîtes de vitesse automatiques, etc.	
Que savons-nous maintenant de la « nature » des vitamines ? ..	Henri Petit. 296
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.	
Les savants anglais Haworth, suisse Karrer, hongrois Györgyi (Prix Nobel 1937) viennent de réussir à isoler et à préparer synthétiquement certaines vitamines en vue d'en déterminer la « nature » et le rôle qu'elles remplissent dans l'économie animale.	
Comment les forces aériennes militaires se ravitailleraient-elles, au cours d'une guerre, en essences d'aviation ?	Henri Simonnet. 305
Directeur à l'Ecole pratique des Hautes Etudes de Paris.	
	G. B. 310

Pour la réalisation par voie aérienne de liaisons commerciales rapides et économiques, — continentales et intercontinentales, — les spécialistes de l'aéronautique semblent devoir adopter la formule de l'hydravion de très fort tonnage (100 t par exemple). Seul, un appareil de cette capacité peut réaliser simultanément vitesse élevée, grand rayon d'action, importante charge utile en vue des services réguliers au-dessus des océans. En Europe comme en Amérique, en attendant la construction d'hydravions dépassant 100 t (actuellement à l'étude), certains appareils atteignant déjà quelque 60 t sont actuellement en construction. Sur la couverture de ce numéro, voici un hydravion hexamoteur français de 66 t, pour 20 passagers, spécialement conçu pour la traversée de l'Atlantique-Nord à une moyenne de 350 km/h. Son grand rayon d'action est de l'ordre de 6 000 km et permettra au navigateur de choisir l'itinéraire le plus sûr, soit en survolant, soit en contournant les perturbations atmosphériques signalées ou rencontrées sur son trajet (grains violents, orages, zones de givrage). Il va de soi qu'une organisation rationnelle d'un service de prévisions météorologiques est indispensable pour obtenir la sécurité des futurs voyages aériens transatlantiques. (Voir l'article p. 243 de ce numéro.)



L'HYDRAVION « CHINA-CLIPPER » DES « PAN AMERICAN AIRWAYS », QUI ASSURE LA LIAISON AÉRIENNE SAN FRANCISCO-HONG-KONG

Sur cette vue en coupe, on distingue, de l'avant à l'arrière : le compartiment des agrès de mouillage ; les postes de pilotage et de navigation ; les soutes postales et à bagages ; le bar ; les salons transformables en cabines à couchettes ; une cabine à couchette ; le lavabo ; la soute à bagages arrière et à l'arrière ; l'escalier d'entrée des passagers. Entre les moteurs est installé le poste des mécaniciens. Cet hydravion, qui peut emporter 48 passagers de jour et 7 de nuit sur l'étape San Francisco-Honolulu (3 850 km), pèse en charge 24 t (11 t à vide). Il est propulsé par quatre moteurs « Pratt et Whitney Twin Wasp » de 830 ch. Sa vitesse maximum atteint 290 km/h (vitesse de croisière, 210 km/h sur les parcours transpacifiques).

COMMENT S'EFFECTUERA SCIENTIFIQUEMENT LA NAVIGATION DANS LES NUAGES DES PAQUEBOTS AÉRIENS

Par Abel VERDURAND

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

Chaque jour l'avion de transport tend de plus en plus (tout au moins pour les liaisons lointaines) vers la formule du paquebot aérien de fort tonnage (100 tonnes et plus) doté d'un rayon d'action de plus en plus étendu (plusieurs milliers de kilomètres). Aux Etats-Unis, les Pan American Airways ont adressé à huit constructeurs un programme d'hydravions trans-atlantiques pour 100 passagers à réaliser pour 1941 en deux séries de douze appareils chacune. Si, à bord du paquebot maritime, la responsabilité et le commandement appartiennent aux officiers de navigation, il en est de même évidemment sur l'avion ou l'hydravion gros porteur. Le rôle du navigateur, dans tout voyage aérien au long cours, passe, en effet, au premier rang, avant même celui du pilote. L'emploi généralisé de stabilisateurs automatiques — effectuant avec une précision maintenant remarquable les manœuvres nécessaires pour maintenir l'avion horizontal et pour conserver le « cap » fixé par le navigateur — réduira sans doute bientôt les interventions du pilote aux seules opérations relatives au décollage et à l'atterrissage (ou à l'amérissage). Mais l'art du navigateur ne consiste pas seulement à conduire un aéronef — et cela par tous les temps — sur un itinéraire déterminé à l'avance, à connaître à chaque instant sa position et sa vitesse (navigation sans visibilité). C'est au navigateur qu'incombe encore la mission de choisir à chaque instant la route la plus sûre, la plus rapide, pour réaliser les liaisons lointaines. Compte tenu de la direction et de la vitesse des courants aériens, il doit aussi déterminer l'altitude de vol la plus favorable. Une connaissance approfondie des méthodes modernes d'observation et de prévisions météorologiques (1) est devenue indispensable au navigateur pour suivre, au cours même d'un voyage aérien, l'évolution de la situation météorologique. C'est grâce aux renseignements de tous ordres transmis par radio émanant des stations météorologiques, des navires rencontrés en cours de route, ou encore de par ses propres observations et son expérience du vol qu'il assurera la sécurité de la traversée. Le paquebot aérien de demain sera équipé d'une cabine étanche sous pression pour permettre le vol en atmosphère raréfiée ; il pourra ainsi éviter les zones perturbées (en particulier celles de givrage) soit en les contournant, soit en les survolant à très haute altitude (7 000 à 10 000 m), il pourra de même utiliser rationnellement les courants aériens, réduire au minimum la durée de la traversée, et cela en dépit des détours mêmes imposés par les perturbations atmosphériques rencontrées sur son trajet.

BEAUCOUP de gens sont portés à confondre la navigation sans visibilité avec le pilotage sans visibilité.

Le pilotage sans visibilité est l'art de faire évoluer correctement un avion dans les circonstances où le pilote ne voit ni le sol ni la voûte céleste, autrement dit dans les circonstances où il n'a aucun repère extérieur qui lui permette de juger la position que son avion occupe par rapport au plan horizontal.

La navigation sans visibilité est l'art de conduire un avion d'un point à un autre sans voir le sol et en évitant de traverser

des zones dangereuses telles que grains violents, orages, nuages susceptibles de provoquer le givrage de l'avion, etc. C'est également l'art de déterminer à chaque instant la longitude et la latitude de l'avion, sa vitesse réelle par rapport au sol et sa direction de marche qui sont l'une et l'autre influencées par les vents. C'est enfin l'art de conduire l'avion à travers la brume ou la pluie jusque sur l'aire d'atterrissage en effectuant les manœuvres d'approche de l'aéroport.

On voit, par ces définitions, que le p. s. v. n'est qu'une partie de la navigation dans les nuages. C'en est même la partie la plus

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 150, page 485.

simple, car les instruments gyroscopiques, qui matérialisent aux yeux du pilote le plan horizontal et le plan vertical destinés à lui servir de repères pour déterminer à chaque instant la position de l'avion, ont un fonctionnement extrêmement sûr lorsqu'ils sont installés sur des avions de gros tonnage. Dès lors, les manœuvres à effectuer

sur les lignes aériennes le vol de nuit et le vol dans les nuages, toute erreur grave de navigation peut être fatale, soit qu'elle conduise à une collision avec une colline ou avec un autre avion, soit qu'elle expose l'appareil aux tourbillons violents d'une zone de grains, soit qu'elle l'introduise dans une zone de givrage où les dépôts de glace

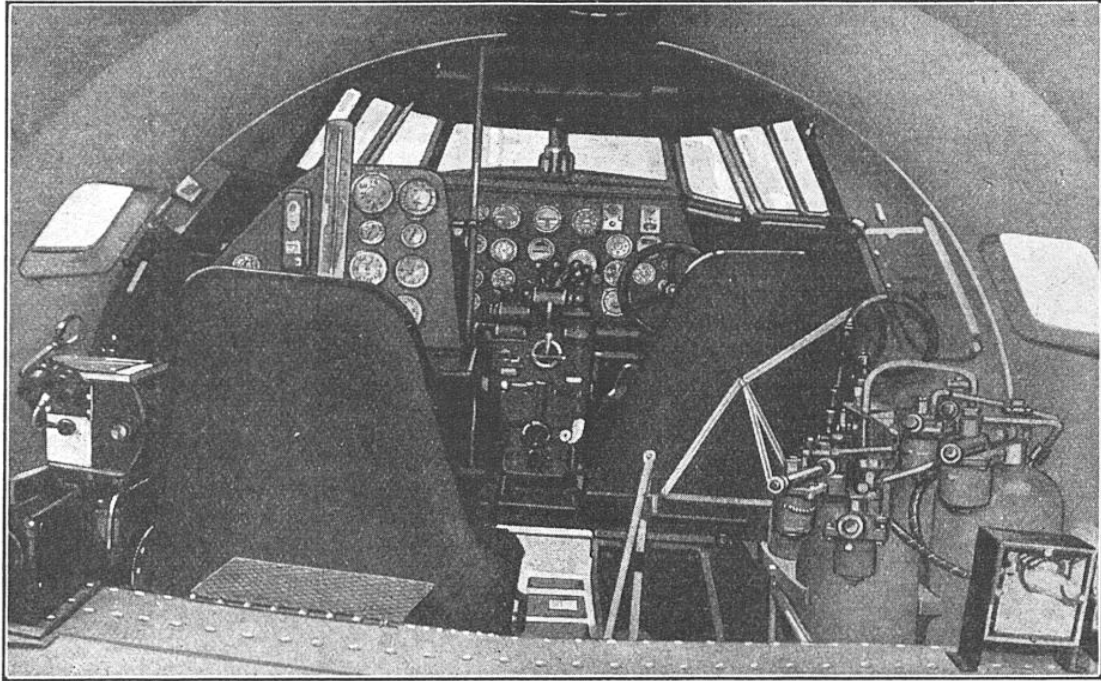


FIG. 1. — VUE DE LA CABINE ÉTANCHE DE L'AVION « LOCKHEED » SUBSTRATOSPHÉRIQUE
Le fuselage étanche peut résister à $1,05 \text{ kg/cm}^2$ de pression. En réalité, la pression maintenue est bien inférieure et correspond à l'altitude de 3 500 m. Derrière les sièges de pilotes, on voit, à droite, les tubes d'oxygène en réserve pour le cas de panne du compresseur d'air, ainsi que les détendeurs et manomètres et régulateurs de détente. À gauche, les appareils de conditionnement de l'air maintenant la température entre 10° et 20° C , et le régulateur d'humidité. Différents appareils indicateurs contrôlent le débit d'air frais du compresseur, les pressions et les températures à l'intérieur et à l'extérieur. Cet avion est équipé de moteurs « Pratt et Whitney Wasp », munis de turbo-compresseurs pour hautes altitudes fabriqués par la General Electric Co et dérivés des turbo-compresseurs « Rateau ».

par le pilote, pour maintenir l'avion horizontal et pour conserver le cap fixé par le navigateur, sont des plus simples. Elles sont même tellement simples que l'on tend de plus en plus, sur les gros avions, à remplacer le pilote par un stabilisateur automatique.

Le pilote n'a donc plus à intervenir que pour décoller et atterrir. Le temps est proche où le rôle du pilote, sur les gros avions de transport, ne différera pas de celui de l'homme de barre sur les paquebots. Mais, en même temps que le rôle du pilote diminue, celui du navigateur voit croître son importance ; car, depuis qu'on pratique

viendront alourdir ses ailes et paralyser ses gouvernes, soit qu'en allongeant la durée de parcours par le choix d'un itinéraire balayé par des vents contraires, elle conduise à la panne d'essence. Ainsi, en donnant peu à peu la primauté au navigateur, la navigation aérienne assimile l'avion au paquebot maritime sur lequel le commandement est confié, avec la responsabilité du navire, aux officiers de navigation, assistés par les spécialistes que sont les officiers mécaniciens, les officiers radiotélégraphistes, et enfin le pilote réduit aux fonctions d'homme de barre.

La conception américaine et la conception européenne

Comme on doit s'y attendre, ces deux conceptions sont les produits de ce qu'on pourrait appeler le climat technique de chacun des deux continents. L'Europe, région riche en spécialistes de toutes espèces, est portée à faire confiance à la compétence et à l'initiative individuelle. Les Etats-Unis, au contraire, ayant été contraints de recruter leur main-d'œuvre industrielle parmi les émigrés sans profession que leur envoya l'Europe à la fin du siècle dernier et au début de celui-ci, ont été amenés à remplacer les spécialistes qui leur faisaient défaut par des « robots » dont l'homme est devenu l'humble serviteur. Ces deux tendances se retrouvent jusque dans l'organisation des réseaux aériens.

La conception américaine : le pilote est assimilé au mécanicien d'une locomotive

Les compagnies américaines ont accumulé sur leurs aéroports et sur leurs avions les appareils automatiques destinés les uns à piloter l'avion et les autres à le conduire d'un port à l'autre ; le rôle du pilote se borne alors à appliquer quelques règles simples et à bien connaître un code de signaux invariable ; et tout ce qui, ne pouvant pas être codifié à l'avance, relève, dans une certaine mesure, de l'initiative individuelle revient au « dispatcher » d'aéroport,

lequel règle les évolutions des avions de son secteur en dictant ses ordres aux pilotes par radiophonie. C'est lui, en particulier, qui leur indique la conduite à tenir dans les cas imprévus tels que brume subite sur l'aéroport de destination, tempête de neige, etc. C'est également lui qui dicte les manœuvres à faire avant l'atterrissage. En résumé, les

Américains ont calqué l'organisation de leurs lignes continentales sur celle de leurs réseaux de chemins de fer ; et ils ne laissent pas beaucoup plus d'initiative au pilote que les Compagnies de chemins de fer n'en laissent au mécanicien de locomotive. Cette conception suppose la recrutement de pilotes plus disciplinés que capables d'initiatives raisonnées.

La conception européenne : le pilote est assimilé au commandant d'un navire

La conception européenne tend, au

contraire, à assimiler le pilote (et bientôt le navigateur) au commandant du navire « seul maître à bord après Dieu ». L'équipement du réseau européen, au lieu d'être conçu comme celui d'un réseau de chemins de fer avec, entre deux aéroports consécutifs, une voie montante et une voie descendante de part et d'autre du rayon directeur du radiophare, est organisé comme celui des lignes maritimes de paquebots. C'est-à-dire que, tout en étant équipé en vue de fournir à chaque instant au pilote d'un avion de transport tous les relèvements et tous les renseignements dont il

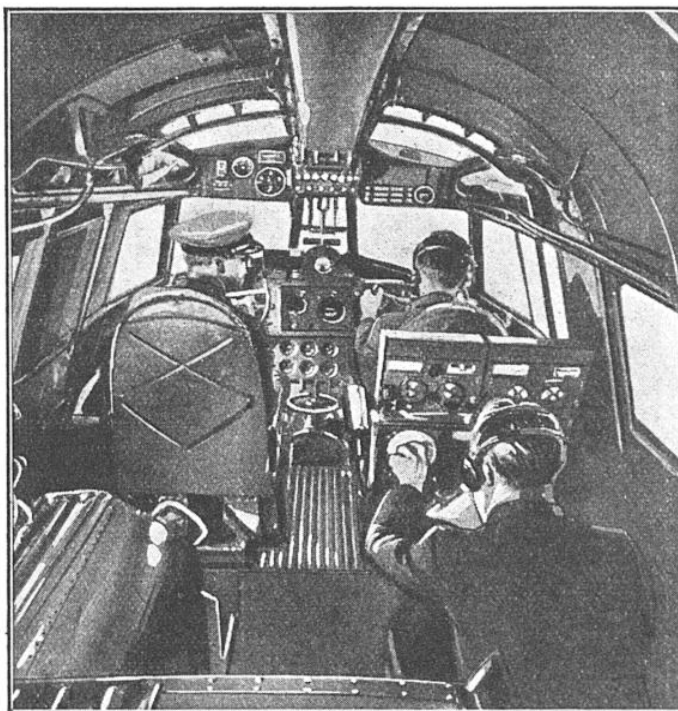


FIG. 2. — AU POSTE DE PILOTAGE ET DE COMMANDEMENT D'UN AVION DES « PAN AMERICAN AIRWAYS »

L'équipage de ces avions du type transatlantique comprend sept hommes : un capitaine (à gauche), un premier pilote (à droite), un opérateur radiotélégraphiste (au premier plan à droite), un ingénieur mécanicien, un second pilote, un navigateur et un steward. Tous, sauf ce dernier, peuvent piloter.

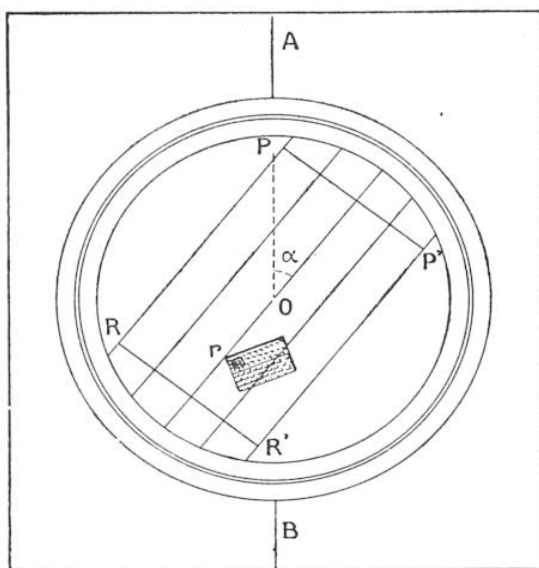


FIG. 3. — SCHÉMA DU « DÉRIVOMÈTRE », INSTRUMENT CAPITAL DU NAVIGATEUR AÉRIEN. L'axe de l'avion étant en AB, la grille est orientée de telle façon que le repère r (angle d'une maison par exemple) se déplace le long d'un des fils de la grille. L'angle α mesure alors la dérive due au vent. (Pour la mesure de la vitesse, voir la figure 4.)

peut avoir besoin pour déterminer les éléments de sa navigation, il lui laisse une très large initiative sur le choix de l'itinéraire, de l'altitude, du régime de croisière, etc. Il se contente de l'avertir des dangers qui peuvent le menacer tels que le voisinage d'autres avions, l'approche d'un grain, la formation de brume au sol, l'abaissement du plafond au voisinage de l'aéroport de destination, etc. La conception européenne suppose donc que les pilotes (et, dans l'avenir, les navigateurs) soient recrutés surtout parmi les hommes capables d'initiatives raisonnées, utilisant l'ensemble des indications qui leur sont fournies par le réseau de sécurité.

Il faut pourtant noter ici un caractère commun à ces deux conceptions, qui les différencie nettement de la navigation maritime. La navigation aérienne n'est pas, comme celle-ci, un produit des seuls moyens du bord. En Europe aussi bien qu'en Amérique, l'avion n'est jamais abandonné à lui-même comme l'est un navire en plein océan. Il est constamment environné d'une multitude de postes attentifs à le suivre dans son vol et à le prémunir contre les embûches de la Terre et du Ciel ; et, comme nous le verrons par la suite, il ne saurait se passer

de la tutelle de ce réseau de sécurité à défaut duquel il serait exposé, souvent à son insu, à des dangers mortels.

Les trois méthodes de navigation : La navigation à l'estime

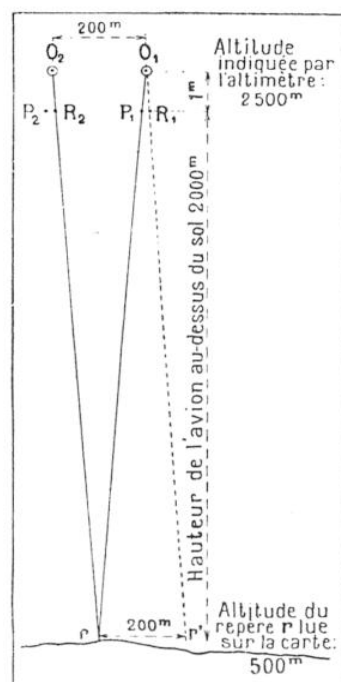
La navigation à l'estime consiste à construire la trajectoire suivie par l'avion en calculant, pour chacune des périodes du voyage, sa vitesse réelle et sa direction de vol. Cette vitesse et cette direction seraient faciles à connaître si l'avion volait en air calme : la vitesse serait alors celle qui est indiquée sur le cadran de l'indicateur de vitesse, et la direction serait celle du cap au compas. Mais le vent intervient pour ralentir ou accélérer la marche de l'avion et pour modifier le cap de la route qu'il suit. Pour connaître à un moment donné la route vraie de l'avion, le navigateur doit donc corriger les indications données par l'indicateur de vitesse et par la boussole.

Le moyen le plus simple consiste à mesurer la « dérive » par rapport à un repère terrestre. Toutes les fois que le navigateur aperçoit le sol à travers une éclaircie, il se hâte de procéder à cette mesure. Pour cela,

FIG. 4. — COMMENT ON MEASURE LA VITESSE D'UN AVION A L'AIDE DU DÉRIVOMÈTRE

Les fils P et R du dérivomètre sont perpendiculaires au sens de la marche et écartés de 10 cm. L'ocille O est placé à 1 m au-dessus du dérivomètre ; il se trouve en O_1 , lorsque l'image du repère r coïncide avec celle du fil P, et en O_2 , lorsqu'elle coïncide avec celle du fil R. Un calcul simple donne la distance $O_1 O_2$,

connaissant la hauteur de l'avion au-dessus du sol. Dans les conditions de la figure, cette distance est égale à 200 m. Il suffit alors de chronométrer le temps que met l'avion pour passer de O_1 en O_2 pour connaître sa vitesse.



il dispose d'un appareil appelé « dérivomètre », qui se compose essentiellement d'une grille portée par un cadre circulaire, lequel tourne lui-même dans un autre cadre fixé dans le plancher de l'avion. Cette grille est composée de fils parallèles le long desquels le navigateur voit défiler le sol sous l'avion. Il fait tourner cette grille jusqu'à ce qu'un repère r du sol — par exemple l'angle d'une maison — défile bien parallèlement aux fils de la grille. L'angle α que ces fils font avec l'axe AB de l'avion mesure alors la dérive de celui-ci, qui, suivant le sens dans lequel elle est observée, doit être ajoutée au cap lu au compas ou en être retranchée pour obtenir le cap réellement suivi par l'avion (fig. 3). La direction de vol étant ainsi connue, il reste à déterminer la vitesse vraie de l'avion. Pour cela, la grille comporte deux fils PP' et RR' , perpendiculaires au sens de déplacement du repère r qui sert à déterminer la dérive. Le navigateur, ayant l'œil fixé à un œilleton O placé au-dessus de

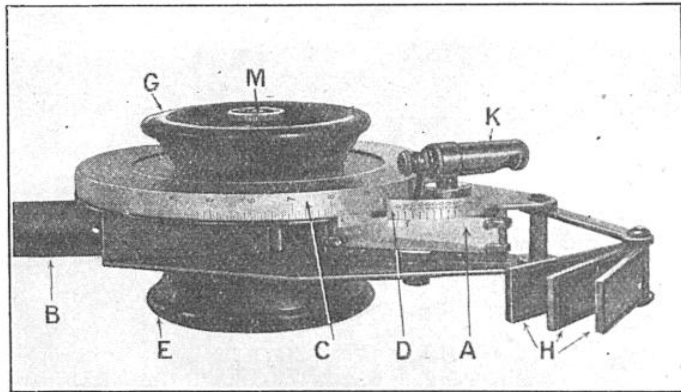


FIG. 6. — TYPE PERFECTIONNÉ DE SEXTANT A BULLE UTILISÉ AUJOURD'HUI PAR LES NAVIGATEURS AÉRIENS

Le miroir transparent mobile A est actionné par le disque G. La lunette B renferme un niveau à bulle servant d'horizon artificiel. Le miroir A envoie dans la lunette l'image de l'astre dont on mesure la hauteur. La graduation C est en degrés et minutes, et la graduation D en dizaines de degrés. On y lit directement la hauteur de l'astre. Le bouton molleté M règle le diamètre de la bulle en exerçant une pression sur la paroi élastique du niveau. La lampe K éclaire la graduation, tandis que les écrans colorés H peuvent être interposés entre le Soleil et le miroir lorsqu'on veut mesurer la hauteur du Soleil.

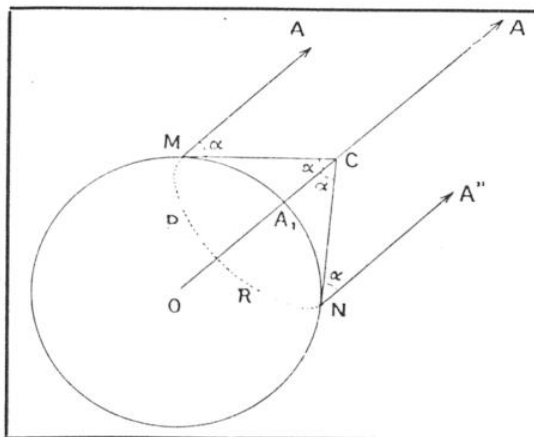


FIG. 5. — PRINCIPE DE LA MESURE DE LA HAUTEUR D'UN ASTRE AU MOYEN DU SEXTANT. L'observateur, situé en M, place la lunette du sextant dans le plan horizontal MC. Au moyen d'un miroir mobile, il amène l'image A' de l'astre A dans le plan horizontal de la lunette. Le bras mobile qui commande le miroir mesure la hauteur α de l'astre. Tous les points pour lesquels la hauteur de l'astre était α à l'instant de la visée sont sur le cercle MPRN, où le cône de sommet C (cercle de hauteur) est tangent au globe terrestre.

la grille, chronomètre le temps qui s'écoule pendant que le repère visé sur le sol parcourt sur la grille la distance qui sépare les deux fils perpendiculaires au sens de déplacement. Supposons que l'écartement PR de ces deux fils soit de 10 cm et que l'œilleton soit à 1 m de la grille. Supposons que l'altitude de l'avion au-dessus de la mer soit de 2 500 m et que la carte indique une altitude de 500 m pour le repère terrestre qui a servi à mesurer la dérive. La hauteur de l'avion au-dessus de ce repère était donc de 2 000 m. Les triangles semblables de la figure 4 montrent que l'avion a parcouru une distance de 200 m pendant que le repère terrestre parcourait la distance de 10 cm qui sépare les deux fils du dérivomètre perpendiculaire au sens de marche de l'avion. Si ces 200 m ont été parcourus en 3 secondes, la vitesse vraie de l'avion est de $\frac{200 \times 3\,600}{3} = 240$ km/h. Sur mer, le navi-

gateur effectue cette mesure en prenant comme repère la crête écumeuse d'une lame ou la fumée produite par une bombe fumigène qu'il laisse tomber de l'avion.

Il peut arriver que le navigateur n'aperçoive pas la terre pendant plusieurs heures. Il a alors un autre moyen de déterminer sa dérive : c'est de recourir au dernier bulletin météorologique. Ce bulletin lui indique la

FAC-SIMILÉ D'UN RAPPORT DE ROUTE ÉTABLI PAR LE NA- VIGATEUR AU COURS D'UNE TRAVERSÉE AÉRIENNE DAKAR- NATAL (AVRIL 1937)

Durant chaque voyage, toutes les conditions du vol sont indiquées d'une part sur le tableau de droite, d'autre part sur la carte de gauche. Ainsi sont mentionnées la direction et la force des vents à l'altitude du vol, la nébulosité et les grains qui ont été observés, les navires et les avions rencontrés en cours de route, la route exacte suivie (tracée sur la carte), les changements de cap et les vitesses. De son côté, le radiotélégraphiste de bord établit un rapport des messages reçus et transmis ainsi que des relevements radio-goniométriques effectués en cours de route. L'usage des signes conventionnels portés sur la carte permet d'embrasser d'un coup d'œil l'ensemble des conditions du voyage. Ainsi on voit immédiatement que celui représenté ci-contre s'est accompli pres-que constamment dans la brume et qu'un vent d'est a régné durant toute la traversée.

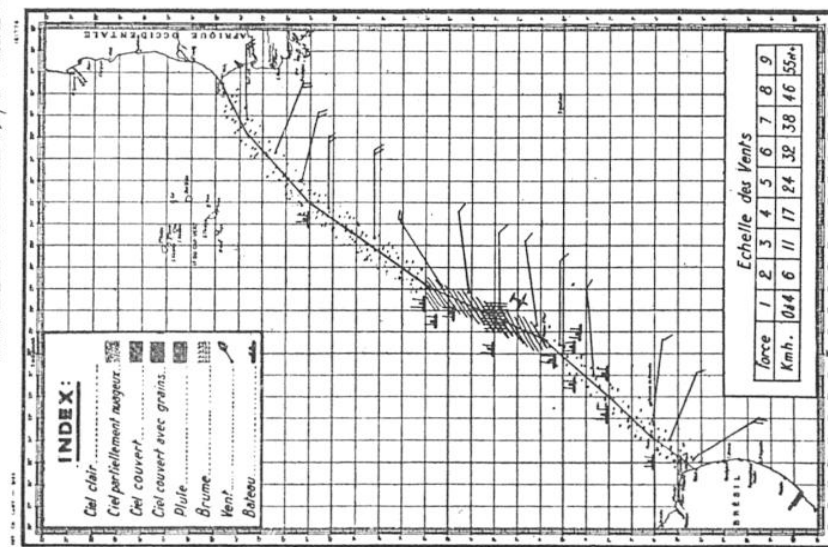
DATE	HEURES C. P. T.	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE en m.	VISIBILITÉ	NEBULOSITÉ en 1/10	NATURE et force des vents	HAUTEUR en m.	FORCE Direction	CAP COMPOS	CAP TOTAL	NOTES VITESSES
5/4	8.53	Arrivée au 35°	secours									
	8.57	10.00	11.00	15.00	40	2	Ci/100	20	100	61	41	17.6
	10.00	11.00	12.00	15.00		2	Ci/100	10	100	62	39	
	10.17	10.00	11.00	15.00	60	3	Ci/100	10	100	63	42	17.5
	11.00	10.00	11.00	15.00								
	11.13	10.00	11.00	15.00								
	12.00	10.00	11.00	15.00		8	Ci/100	10	100	65	41	18.1
	12.00	10.00	11.00	15.00		2	Ci/100	10	100	67	44	
	13.00	10.00	11.00	15.00		2	Ci/100	10	100	67	34	17
	14.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	15.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	16.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	17.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	18.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	19.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	20.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	21.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	22.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	23.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	24.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	25.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	26.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	27.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	28.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	29.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	30.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	31.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	32.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	33.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	34.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	35.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	36.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	37.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	38.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	39.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	40.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	41.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	42.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	43.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	44.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	45.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	46.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	47.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	48.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	49.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	50.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	51.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	52.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	53.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	54.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	55.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	56.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	57.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	58.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	59.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	60.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	61.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	62.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	63.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	64.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	65.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	66.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	67.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	68.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	69.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	70.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	71.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	72.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	73.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	74.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	75.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	76.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	77.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	78.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	79.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	80.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	81.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	82.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	83.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	84.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	85.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	86.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	87.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	88.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	89.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	90.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	91.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	92.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	93.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	94.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	95.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	96.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	97.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	98.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	99.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17
	100.00	10.00	11.00	15.00		4	Ci/100	10	100	67	34	17

Données 300 km en 16 h 34 dont 5 h 46 de nuit
TITRE moyenne : 183 km/h

Indiquer les observations en regard des points correspondants marqués sur la carte.

AIR FRANCE COMPTE RENDU DE NAVIGATION

Avion : Ble de Mouton
Courrier : 114° Africa Parti de Natal le 5 avril 1937 à 8 heures 53
Arrive à Dakar le 6 avril 1937 à 4 heures 32



OBSERVATIONS : 11° 00' Arrive à l'Air-France I
13.40 Arrivée à l'Air-France I
15.30 Arrivée à l'Air-France I
17.30 Arrivée à l'Air-France I
19.30 Arrivée à l'Air-France I
21.30 Arrivée à l'Air-France I
23.30 Arrivée à l'Air-France I
25.30 Arrivée à l'Air-France I
27.30 Arrivée à l'Air-France I
29.30 Arrivée à l'Air-France I
31.30 Arrivée à l'Air-France I
33.30 Arrivée à l'Air-France I
35.30 Arrivée à l'Air-France I
37.30 Arrivée à l'Air-France I
39.30 Arrivée à l'Air-France I
41.30 Arrivée à l'Air-France I
43.30 Arrivée à l'Air-France I
45.30 Arrivée à l'Air-France I
47.30 Arrivée à l'Air-France I
49.30 Arrivée à l'Air-France I
51.30 Arrivée à l'Air-France I
53.30 Arrivée à l'Air-France I
55.30 Arrivée à l'Air-France I
57.30 Arrivée à l'Air-France I
59.30 Arrivée à l'Air-France I
61.30 Arrivée à l'Air-France I
63.30 Arrivée à l'Air-France I
65.30 Arrivée à l'Air-France I
67.30 Arrivée à l'Air-France I
69.30 Arrivée à l'Air-France I
71.30 Arrivée à l'Air-France I
73.30 Arrivée à l'Air-France I
75.30 Arrivée à l'Air-France I
77.30 Arrivée à l'Air-France I
79.30 Arrivée à l'Air-France I
81.30 Arrivée à l'Air-France I
83.30 Arrivée à l'Air-France I
85.30 Arrivée à l'Air-France I
87.30 Arrivée à l'Air-France I
89.30 Arrivée à l'Air-France I
91.30 Arrivée à l'Air-France I
93.30 Arrivée à l'Air-France I
95.30 Arrivée à l'Air-France I
97.30 Arrivée à l'Air-France I
99.30 Arrivée à l'Air-France I
101.30 Arrivée à l'Air-France I
103.30 Arrivée à l'Air-France I
105.30 Arrivée à l'Air-France I
107.30 Arrivée à l'Air-France I
109.30 Arrivée à l'Air-France I
111.30 Arrivée à l'Air-France I
113.30 Arrivée à l'Air-France I
115.30 Arrivée à l'Air-France I
117.30 Arrivée à l'Air-France I
119.30 Arrivée à l'Air-France I
121.30 Arrivée à l'Air-France I
123.30 Arrivée à l'Air-France I
125.30 Arrivée à l'Air-France I
127.30 Arrivée à l'Air-France I
129.30 Arrivée à l'Air-France I
131.30 Arrivée à l'Air-France I
133.30 Arrivée à l'Air-France I
135.30 Arrivée à l'Air-France I
137.30 Arrivée à l'Air-France I
139.30 Arrivée à l'Air-France I
141.30 Arrivée à l'Air-France I
143.30 Arrivée à l'Air-France I
145.30 Arrivée à l'Air-France I
147.30 Arrivée à l'Air-France I
149.30 Arrivée à l'Air-France I
151.30 Arrivée à l'Air-France I
153.30 Arrivée à l'Air-France I
155.30 Arrivée à l'Air-France I
157.30 Arrivée à l'Air-France I
159.30 Arrivée à l'Air-France I
161.

direction et la vitesse du vent, à toutes les altitudes, pour chacun des points de son itinéraire. En composant la vitesse du vent avec la vitesse propre de l'avion indiquée en direction par le compas et en grandeur par l'indicateur de vitesse, il en déduit la vitesse réelle de l'avion par rapport au sol.

Muni de ce renseignement, le navigateur trace sur sa carte, de la façon suivante, l'itinéraire estimé de l'avion. A partir de l'aéroport de départ, il trace une droite qui indique la direction réelle de vol par rapport au sol; il note l'heure de départ et la vitesse réelle. Tous les quarts d'heure, par exemple, il marque sur cette droite le point atteint par l'avion en calculant la distance parcourue depuis le point précédent. Chaque fois que la direction ou la vitesse de l'avion changent par suite d'un changement de cap ou d'un changement de vitesse du vent dû à un changement d'altitude ou à une modification des conditions météorologiques, le navigateur trace sur la carte la nouvelle direction suivie par l'avion; en même temps, il note l'heure où s'est produit ce changement de vitesse, et il note la nouvelle valeur de la vitesse. C'est ainsi que le navigateur sait, à chaque instant, où se trouve son avion, dans quelle direction et à quelle vitesse il vole.

Mais il est évident que cette « navigation estimée » subit des erreurs dues à ce que le navigateur est parfois dans l'impossibilité de faire les mesures de dérive nécessaires pour vérifier la vitesse et la direction du vent. Il dispose alors de deux moyens pour vérifier sa position et sa dérive, et éventuellement pour les corriger.

La navigation astronomique

Le premier lui est fourni par les procédés de la navigation astronomique. Celle-ci consiste essentiellement à mesurer la hauteur au-dessus de l'horizon d'un astre dont la longitude et la latitude sont connues à l'instant où s'effectue cette mesure. Figurons la ligne OA qui joint le centre de la Terre à l'astre visé (fig. 5). Il est évident que tous les points de la Terre pour lesquels la hauteur de l'astre A aura la valeur α seront sur le cercle $MPRN$ de contact du cône de sommet C et d'ouverture 2α qui est tangent au globe terrestre. Ainsi donc, connaissant la longitude et la latitude de l'astre A , ou plutôt du point A_1 , où la droite OA rencontre la surface du globe, il sera facile de tracer sur la carte le cercle $MPRN$ sur lequel se trouvent tous les points pour lesquels la hauteur de l'astre a la valeur α . En faisant la même mesure

pour un second astre, on aura un deuxième cercle de hauteur; et la rencontre de ces deux cercles fera connaître la position de l'avion.

La latitude et la longitude de l'astre visé sont connues par les tables du Bureau des Longitudes pour chacune des heures du jour, ces heures étant celles du méridien de Greenwich. Le navigateur n'aura donc qu'à regarder l'heure sur sa montre réglée sur l'heure de Greenwich pour connaître, d'après ces tables, la longitude et la latitude de l'astre dont il mesure la hauteur.

Quant à la mesure elle-même, elle se fait au moyen du sextant. Cet appareil se compose d'une lunette horizontale fixée sur un secteur gradué de 60° que l'observateur tient dans un plan vertical. L'observateur voit dans la lunette la bulle d'un niveau sphérique qu'il doit maintenir exactement au centre du niveau, afin que l'axe de la lunette soit exactement horizontal au moment de la lecture. Devant la lunette se trouve un miroir mobile autour du centre du secteur et commandé par un bras qui se déplace devant le secteur. L'observateur amène l'image de l'astre sur l'axe de la lunette qui est horizontal. Le repère porté par le bras qui commande le miroir lui indique alors sur la graduation du secteur la hauteur de l'astre. Il ne reste plus qu'à tracer sur la carte le cercle de hauteur ou plus exactement la droite de hauteur, car l'arc du cercle utilisé pour déterminer la position de l'avion est assez court pour qu'on puisse, sans erreur grave, l'assimiler à une droite. M. Kahn a établi des cartes spéciales pour la navigation aérienne qui rendent très facile le tracé des droites de hauteur d'après la position de l'astre visé.

La navigation par relèvements radiogoniométriques

Le second procédé utilisable pour vérifier la position de l'avion est le relèvement radiogoniométrique. On sait que, lorsqu'on écoute une émission radiophonique en utilisant une antenne en forme de cadre mobile autour d'un axe vertical, l'intensité de l'audition est maximum au moment où le plan du cadre se trouve dans la direction du poste émetteur (1). Cette précieuse propriété permet à un avion muni d'un cadre goniométrique de relever la direction de postes d'émission portés sur sa carte et dont il

(1) En pratique, on utilise plutôt l'extinction de l'audition qui correspond à une position du cadre telle que son plan soit perpendiculaire à la direction de l'émetteur.

connaît l'indicatif. Deux relèvements suffisent à déterminer sa position. Un seul relèvement est déjà très précieux, car l'axe de marche de l'avion étant généralement connu avec assez d'exactitude par le navigateur, l'intersection de cet axe avec le relèvement d'un seul poste suffit pour déterminer la position de l'avion et sa vitesse réelle avec une bonne approximation. Toutefois, ces mesures de relèvements sont sujettes à erreur pendant la nuit, parce que le poste récepteur reçoit alors deux ondes à la fois : l'onde directe qui a suivi la surface du sol et l'onde qui s'est réfléchi sur une couche ionisée située à environ 100 km d'altitude. Cette deuxième onde arrive au poste récepteur d'une direction variable qui n'est presque jamais celle du poste émetteur, car cette réflexion est très changeante d'un moment à l'autre. L'indication donnée par le cadre goniométrique est alors entachée d'une erreur qui peut atteindre plusieurs dizaines de degrés. Toutefois, un bon opérateur peut arriver, même de nuit, à déterminer le relèvement exact d'un poste émetteur. En effet, il y a des moments où l'onde réfléchi disparaît. L'opérateur s'en aperçoit à ce que plusieurs mesures consécutives lui donnent rigoureusement le même relèvement. Avec un peu d'expérience, il arrive ainsi à distinguer les mesures exactes de celles qui sont entachées d'erreurs (2). Dans la pratique, c'est la méthode radiogoniométrique qui est la plus employée pour

vérifier la navigation à l'estime. La mesure goniométrique est, en effet, beaucoup plus facile et beaucoup plus rapide que la mesure de hauteur. D'autre part, elle seule peut donner des indications utiles lorsque la couche de nuages est si épaisse que l'avion n'arrive pas à la survoler. Ceci explique que l'on équipe de cadres goniométriques tous les avions appelés à faire de la grande navigation. D'autre part, les compagnies

qui exploitent des lignes aériennes transocéaniques concluent des ententes avec les compagnies maritimes, afin que les paquebots et cargos se mettent à l'écoute des avions et leur permettent de faire des relèvements goniométriques sur leurs postes émetteurs.

La précision des méthodes de navigation est très élevée

Nous venons de voir par quelles méthodes et au moyen de quels instruments un navigateur est capable de conduire son avion sur un itinéraire déterminé et de connaître, à chaque instant, sa position et sa vitesse. On aura une idée de la précision de ces méthodes par le fait suivant. Lorsqu'un navigateur transatlantique sait

qu'il doit rencontrer sur sa route un navire dont il connaît exactement la position, le sens et la vitesse de marche, il est capable, deux heures avant d'arriver au-dessus de lui, de fixer exactement le cap à tenir pour le rencontrer, et d'indiquer à une minute près l'instant où il apparaîtra à l'horizon droit devant l'avion.

Comment se fait le choix de l'itinéraire qui assure le maximum de sécurité

Mais l'art du navigateur ne consiste pas seulement à savoir guider son avion ; il consiste également à savoir choisir l'itinéraire et les altitudes les plus favorables.

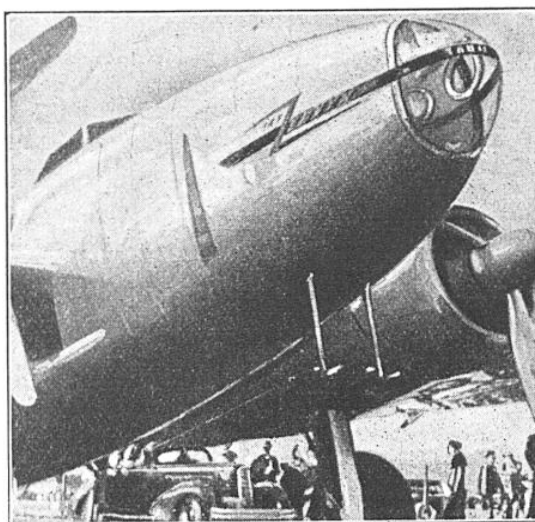


FIG. 7. — COMMENT EST DISPOSÉ LE CADRE RADIOGONIOMÉTRIQUE SUR LES RÉCENTS AVIONS AMÉRICAINS

Le cadre est abrité sous un capot en « Plexiglas » (1), placé à l'extrémité avant du fuselage d'un Lockheed-14 des Northwest Airlines. On l'éloigne ainsi du bord de fuite des ailes par où s'écoule la charge statique du revêtement en produisant des parasites qui gênent la réception des radiophares. Le capot l'abrite contre les particules de neige et les gouttes de pluie, qui sont chargées d'électricité et produisent également des parasites.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 236, page 103.

(2) Pour les postes terrestres, on est arrivé à établir des antennes qui ne captent que l'onde directe. L'effet de nuit est ainsi complètement annulé. (Voir *La Science et la Vie*, n° 237, page 192.) Ce résultat n'a pas encore pu être obtenu pour les antennes d'avion ; c'est pourquoi on est obligé de faire appel à l'habileté de l'opérateur pour obtenir des relèvements exacts.

Plusieurs considérations interviennent dans ce choix. La première est évidemment la sécurité de la traversée. Un bon navigateur doit éviter de traverser des zones perturbées où son avion serait en danger ; et, s'il ne peut les éviter complètement, il choisira les points de passage les moins dangereux. Ce choix exige que le navigateur ait

avant le départ. Le navigateur devra donc être capable de prévoir ces différences et de refaire sa prévision en cours de route en se servant des cartes météorologiques établies juste avant le départ (vents, pressions, températures, nébulosités), des observations transmises en cours de route par les postes météorologiques du voisinage (navires, postes

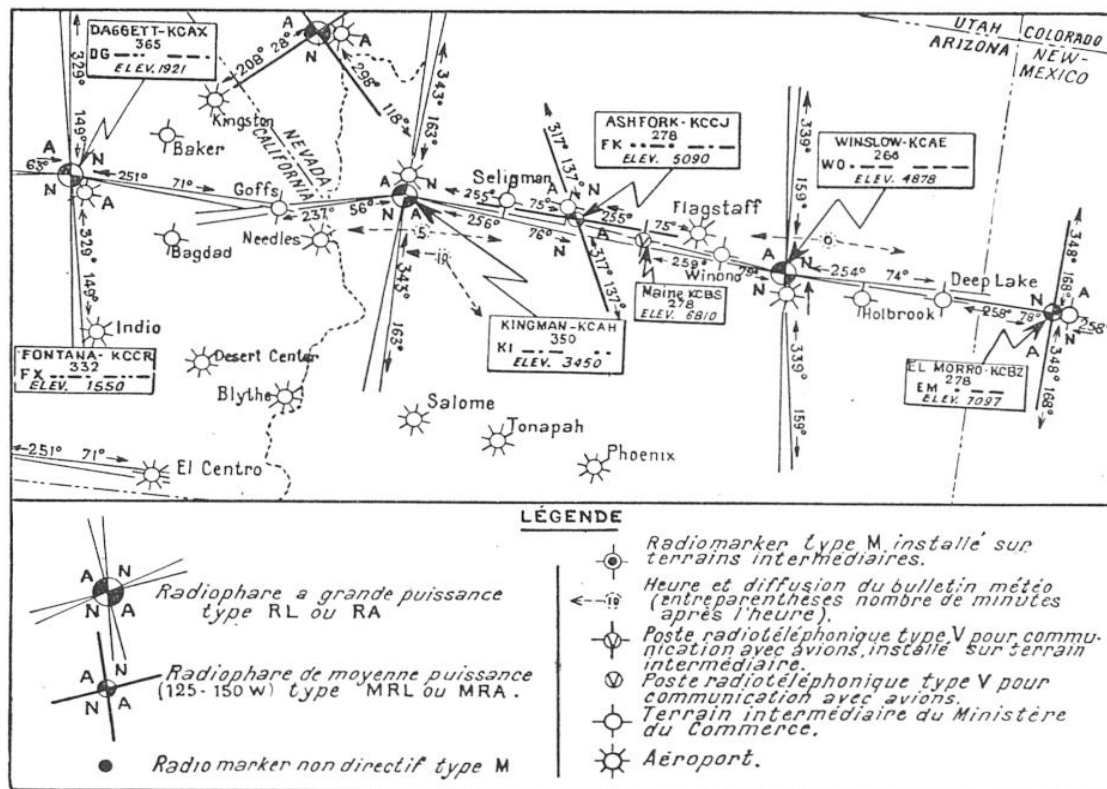


FIG. 8. — SCHÉMA MONTRANT LA DISPOSITION DU BALISAGE RADIOÉLECTRIQUE ET L'ORGANISATION DES LIAISONS RADIOTÉLÉGRAPHIQUES DE SÉCURITÉ SUR UNE PARTIE DE LA ROUTE AÉRIENNE NEW YORK-LOS ANGELES

Ce balisage est réalisé de telle manière que le pilote entend des A (point-trait en morse) lorsqu'il se trouve à droite de l'axe, et des N (trait-point) lorsqu'il se trouve à gauche dans la direction de l'aéroport. Sur l'axe, il entend un trait continu. Le Department of Commerce va dépenser 7 millions de dollars en trois ans pour moderniser et pour compléter le balisage du réseau aérien des Etats-Unis.

une longue pratique des méthodes de la météorologie. Les spécialistes du service météorologique lui donnent bien, avant son départ, des prévisions qui lui indiquent les grandes lignes de la situation météorologique aux différents points du parcours ; mais, lorsque ce parcours est très long — comme c'est le cas pour les traversées transatlantiques — la situation aura évolué au bout de quelques heures. Et cette évolution présentera généralement quelques différences avec celle qui avait été établie

côtiers) et des observations qu'il aura faites lui-même sur les courants aériens rencontrés, les températures lues sur son thermomètre, et les diverses espèces de nuages traversés par l'avion.

La navigation à grande altitude vers laquelle on tend exigera que le service météorologique fournisse également au navigateur les moyens de prévoir les courants aériens et la nature des nuages à toutes altitudes jusqu'à 10 000 m. Pour cela, on commence à faire des sondages au moyen d'appareils

automatiques (1) qui, emportés par un petit ballon, transmettent de 30 en 30 secondes la température, la pression et l'état hygrométrique de l'air. En outre, les relèvements par radiogoniométrie sur ce poste automatique permettent de déterminer la direction et la vitesse du vent aux différentes altitudes. La seule énumération de la masse d'observations que le navigateur doit interpréter pour choisir la route à suivre et l'altitude à adopter suffit pour donner une idée de la complexité de sa tâche, s'il veut vraiment l'accomplir de façon à mettre, en cas de temps difficile, le maximum de chances de son côté.

Les dangers à redouter dans les perturbations météorologiques

Les systèmes nuageux qui évoluent au-dessus du globe terrestre prennent naissance tout le long des surfaces de contact des courants froids et secs qui descendent du Pôle avec les courants chauds et humides qui montent de l'Equateur. Ces rencontres donnent lieu à d'immenses tourbillons appelés cyclones, qui ont plusieurs centaines de kilomètres de diamètre et qui se déplacent généralement du sud-ouest vers le nord-est. Dans ces cyclones, l'air froid et sec soulève l'air chaud et humide. A mesure qu'il monte, celui-ci se refroidit ; la vapeur d'eau qu'il contient se condense sous forme de nuages qui se résolvent en pluie ou en neige. Dans les parties où cette ascension de l'air chaud se fait doucement, tout le long d'une pente très faible, la pluie n'est pas accompagnée de vent violent. Au contraire, dans les parties où l'air froid s'introduit sous l'air chaud à la façon d'un coin et le soulève très brutalement, il se produit de violents courants ascendants suivis de courants descendants non moins rapides : ce

(1) Voir *La Science et la Vie* n° 217, page 14.

sont les zones de grains et d'orages dans lesquelles les avions risquent d'être désemparés et même brisés par la violence des rafales. Dans d'autres régions, l'air humide se refroidit à moins de 0° sans que les fines gouttelettes d'eau qu'il contient se transforment en neige ou en glace. Si un avion a l'imprudence de pénétrer dans un tel nuage, les milliers de gouttelettes d'eau que ses ailes rencontrent se solidifient instantanément, et il arrive que les bords d'attaque se recouvrent ainsi, en quelques minutes, de

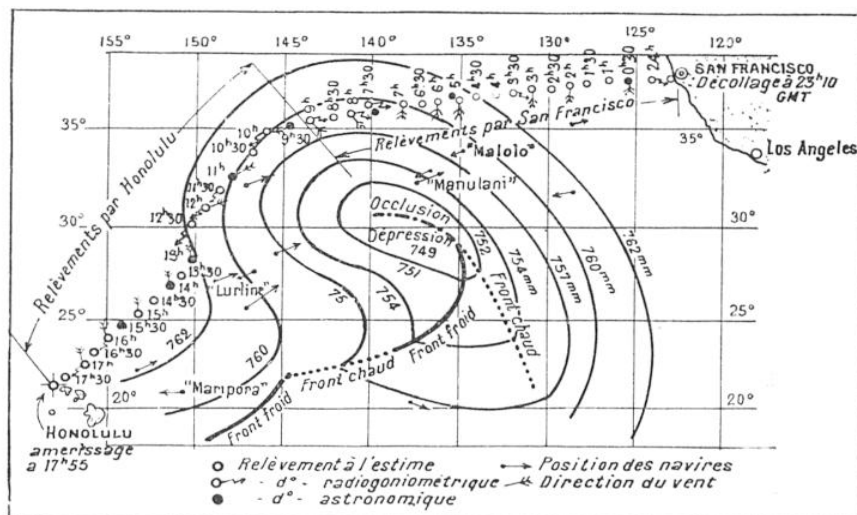


FIG. 9. — DANS CERTAINS CAS, L'AVION PEUT UTILISER LES VENTS FAVORABLES D'UNE ZONE CYCLONIQUE POUR RÉDUIRE LA DURÉE DE SON VOYAGE

Le schéma ci-dessus montre le chemin suivi par le China Clipper entre San Francisco et Honolulu, le 10 mai 1936. L'hydravion a contourné par le nord une zone cyclonique signalée par le service météorologique. Il a ainsi évité les zones de grains (fronts froids) et de givrage (fronts chauds) et, grâce aux vents favorables, il a gagné trois heures malgré l'allongement du parcours.

10 cm de glace. Il est même arrivé que cette glace se dépose aussi sur les ailerons et les immobilise. On conçoit combien il est important qu'un navigateur sache épargner de tels risques à l'avion qui lui est confié. C'est précisément à cela que doit lui servir sa connaissance de la météorologie qui permet de prévoir les zones et les altitudes où ces phénomènes vont se produire. Si cette prévision est bien faite, il peut alors déterminer l'itinéraire de son appareil et les altitudes à adopter, de façon à contourner ou à survoler les zones dangereuses. Celles-ci sont parfois si étendues et si hautes qu'il n'est pas possible de les éviter complètement avec les avions de transport actuels, qui n'ont pas pour cela un rayon d'action et un plafond suffisants. Même dans ce cas, le

navigateur peut beaucoup pour la sécurité du voyage, car il peut choisir comme point de passage de la zone dangereuse le point où elle a le moins de d'épaisseur et où le danger est le moins redoutable. C'est ainsi, par exemple, que les zones de givrage se présentent sous la forme de « fronts » longs parfois de plusieurs centaines de kilomètres et larges seulement de quelques dizaines. Le succès des croisières des zeppelins a été dû, pour une très large part, à la science de la navigation que possédaient leurs commandants et à l'excellente organisation du service météorologique chargé de leur fournir les renseignements nécessaires. Il faut ajouter que leur énorme rayon d'action rendait plus facile la tâche du navigateur qui, entre Francfort et Lakehurst, avait le choix entre tous les itinéraires compris entre le Groenland et les Açores.

La sécurité par la navigation à plus de 7 000 m d'altitude

Les avions transatlantiques de demain jouiront de qualités équivalentes, en ce sens qu'ils seront équipés pour pouvoir voler au besoin à 10 000 m d'altitude. Or, les voyages d'études effectués par le chef pilote Tomlinson, des *Transcontinental and Western Air Lines*, pour déterminer les conditions de la navigation entre 6 000 et 10 000 m, ont montré que, si les excroissances nuageuses atteignent parfois l'altitude de 11 000 m, les « plateaux » de nuages ne dépassent pas l'altitude de 7 000 m. Un avion dont le plafond pratique est de 10 000 m et qui est doté d'une cabine sous pression pourra donc, en volant à plus de 7 000 m, éviter les zones de grains et de givrages au prix de quelques détours destinés à éviter ces excroissances nuageuses qui sont dues, précisément, aux courants ascendants. Ainsi donc, l'avion à cabine étanche jouira de la même sécurité que le dirigeable à grand rayon d'action, sans avoir besoin comme lui de faire des détours de 1 000 à 2 000 km pour éviter les zones dangereuses. Ceci explique la fièvre avec laquelle les constructeurs américains se hâtent de construire ces nouveaux types d'avions à cabines étanches qui apporteront une importante augmentation de sécurité à la navigation au long cours. Il reste cependant une ombre à ce tableau : les vents sont souvent beaucoup plus forts aux grandes altitudes que près du sol. Leur vitesse y dépasse souvent 70 km à l'heure surtout en hiver et dépasse parfois 100 km. Une partie du bénéfice du vol à

grande altitude sera perdue de ce fait, lorsque les circonstances obligeront à naviguer vent debout aux altitudes élevées. Ceci montre que les avions à cabines étanches devront être à très grande vitesse, si l'on veut éviter de remplacer les risques d'origine météorologique par le risque de panne d'essence. D'ailleurs, à ce point de vue également, le navigateur aura un rôle important à jouer. Il faut, en effet, se rappeler que les perturbations météorologiques affectent la forme d'immenses « cyclones », dans lesquels les vents sont de sens opposés de part et d'autre du centre. En cas de vents à très grandes vitesses, il arrive donc que le navigateur puisse économiser plusieurs heures de vol en choisissant un itinéraire plus long, mais sur lequel règnent des vents favorables.

La météorologie, base de la navigation aérienne

Par l'exposé que nous venons de faire, on se rend compte que la météorologie est à la base de l'art du navigateur. C'est par elle qu'il est capable de choisir, pour son avion, l'itinéraire le plus sûr et le plus rapide et les altitudes de vol les plus favorables. Le confort des passagers dépend également de lui, car il saura leur éviter les zones de remous où ils seraient secoués de façon désagréable. Mais la météorologie pratique est un art presque autant qu'une science. Le navigateur qui vient de consulter les cartes du temps, qui a interrogé le thermomètre de son avion, qui a examiné l'aspect des nuages, est un peu comme le médecin qui, après avoir ausculté le malade, va rendre son diagnostic : les notions acquises sur les bancs de l'école ne suffisent plus ; il faut qu'une longue expérience lui ait appris à connaître les mille aspects que peut revêtir le même danger afin de savoir le dépister sous les apparences même les plus variées. Il faut aussi qu'il sache exactement ce qu'il peut demander à son avion, car il ne manœuvrera pas de la même façon avec un avion qui peut changer rapidement d'altitude et avec un avion à faible excédent de puissance, avec un avion à grande inertie et avec un avion très maniable, avec un avion à cabine sous pression et avec un avion ordinaire.

En un mot, le navigateur de l'avenir devra posséder toutes les qualités et les aptitudes requises d'un commandant de paquebot qui, à sa science de la navigation, doit unir une connaissance approfondie des qualités et des défauts de son navire et une autorité incontestée sur l'équipage qu'il a l'honneur de commander.

ABEL VERDURAND.

CE QUE L'INDUSTRIE ELECTRIQUE DOIT AUX RECHERCHES DE SCIENCE PURE DU SAVANT AMÉRICAIN IRVING LANGMUIR

Par Louis HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

Les nombreux laboratoires de recherches scientifiques et industrielles créés aux Etats-Unis par certaines firmes ont, depuis le début du siècle, pris progressivement un développement extraordinaire, dont on ne trouverait l'équivalent dans aucun autre pays du monde. Dotés d'importants crédits, ils sont admirablement équipés et richement outillés, et constituent par suite non seulement d'incomparables instruments de progrès industriel, mais aussi des centres de recherches scientifiques et techniques désintéressées où se poursuit, sans viser à des applications immédiates, l'étude scientifique des phénomènes d'ordre physique, chimique ou mécanique qui sont à la base de la plupart des industries modernes. Ainsi les laboratoires des puissantes firmes américaines Dupont de Nemours (explosifs), Bell (télécommunications), Eastman-Kodak (photographie), General Electric (électricité), pour ne citer que les principaux, jouissent aujourd'hui d'une réputation justifiée dans le monde entier. C'est grâce à la General Electric de Schenectady que le physicien américain Irving Langmuir a pu — poussé par sa curiosité scientifique dans une voie qui pouvait paraître sans aucune utilité pratique — mener à bien ses remarquables et minutieux travaux qui lui valurent le prix Nobel de chimie en 1932. Transposés sur le plan technique, les résultats de ces études originales ont, par la suite, permis de réaliser des progrès décisifs dans la technique des tubes électroniques utilisés pour les communications radioélectriques et la production des rayons X. Ainsi s'est produite une véritable révolution dans la fabrication des lampes à incandescence par l'obtention de lampes à haut rendement en atmosphère gazeuse, telles que celles à azote, argon, krypton, xénon. C'est bien un exemple typique de l'étroite collaboration de la Science et de l'Industrie préconisée depuis le début du XX^e siècle par des savants tels que Henry Le Chatelier. Dans les laboratoires américains se manifeste, en effet, une liaison permanente entre l'ingénieur praticien et le savant chercheur. Celui-ci demeure cependant libre d'orienter ses travaux à sa guise. L'utilisateur peut ensuite matérialiser et mettre au point, sur le plan industriel, les conquêtes acquises dans le domaine de la Science pure.

Un savant américain cent pour cent

B IEN que d'origine lettonne, Irving Langmuir est le type le plus représentatif de la science américaine, éprise à la fois d'idéalisme et de sens pratique, où les recherches les plus désintéressées produisent naturellement les applications les plus utiles, comme la fleur donne le fruit.

Il est né, le 31 janvier 1881, à Brooklyn, la cité-sœur de New York ; c'est là, dans les écoles pratiques, qu'il commença ses études, jusqu'en 1892, où, ses parents étant venus à Paris, il reçut, pendant trois ans, une éducation française qui devait laisser une forte empreinte sur son esprit juvénile ; de retour aux Etats-Unis, il entra à l'Ecole des Mines de l'Université Columbia, et en sortit en 1903 comme ingénieur métallurgiste ; il

compléta son initiation scientifique à l'Université allemande de Göttingen, où, sous la haute direction de Nernst, il s'initia aux recherches théoriques et pratiques de physico-chimie. C'est là, assurément, que sa vocation s'affirma ; aussi, après un court séjour à l'Institut technologique de Hoboken (New Jersey), lorsqu'il fut admis, en 1909, au laboratoire de la *General Electric Company*, de Schenectady, il possédait une instruction aussi poussée au point de vue théorique qu'au point de vue technique. Les laboratoires de recherches industrielles ont acquis, aux Etats-Unis, un développement extraordinaire et dont aucun autre pays, pas même l'Allemagne, n'offre l'équivalent. Une enquête menée par le *National Research Council*, de l'Académie des Sciences de Washington, révèle l'existence, dans ce pays, d'un millier de laboratoires, dans

chacun desquels travaillent plusieurs savants ou techniciens qualifiés ; et cela, dans tous les ordres d'application. Ainsi, la grande société d'explosifs Dupont de Nemours occupe, dans cinq laboratoires, 223 chimistes, aidés par 637 auxiliaires ; les laboratoires Bell, de New York, utilisent 2 000 ingénieurs, savants et techniciens aux recherches qui touchent à la télégraphie, à la téléphonie, à la reproduction des sons ; chez Eastman-Kodak, 80 spécialistes, aidés par 230 assistants, perfectionnent sans cesse les nouvelles techniques photographiques.

Je pourrais multiplier ces exemples ; je me contenterai de citer, pour terminer, celui qui nous intéresse le plus : la *General Electric Company* a établi, à Cleveland, un laboratoire, consacré au perfectionnement des lampes à incandescence, où travaillent plus de 200 personnes ; mais son Institut le plus actif fut fondé en 1901, à Schenectady, par W. Rice ; il compte actuellement, outre les directeurs, 42 chimistes, 22 physiciens, 40 ingénieurs, plus 260 assistants et auxiliaires ; ces laboratoires sont, d'autre part, dotés de larges crédits et admirablement équipés en appareils de toute nature ; on juge, d'après cela, quelle doit être l'efficacité d'un pareil instrument de progrès technique ; mais ce qui est plus remarquable encore, c'est l'esprit qui anime cette ruche : l'application ne vient qu'au second plan ; la tâche initiale, telle qu'elle a été définie par le fondateur lui-même, est « consacrée aux recherches originales et à l'étude des phénomènes naturels, en vue de découvrir des faits ou des principes nouveaux. »

Lorsque le jeune Langmuir, alors âgé de vingt-huit ans, fut introduit dans les laboratoires de Schenectady, le sous-directeur Whitney, au lieu de l'affecter à une tâche déterminée, lui conseilla de parcourir les laboratoires, de se mettre au courant des recherches qu'on y poursuivait, afin de choisir lui-même celles qu'il pourrait effectuer avec le plus de succès. Or, Langmuir avait déjà expérimenté, au laboratoire de Göttingen, sur le filament de la lampe Nernst, et il avait constaté qu'au voisinage de ce bâtonnet incandescent, l'oxygène était partiellement dissocié de molécules en

atomes. Cette action d'un corps incandescent sur l'atmosphère ne paraissait pas pouvoir intéresser les techniciens de l'éclairage ; ceux-ci venaient de réaliser des progrès remarquables en plaçant le filament de tungstène dans un vide très parfait, et ils étaient convaincus que la moindre trace de gaz dans l'ampoule ne pouvait que diminuer le rendement lumineux.

Cependant, Whitney encouragea son jeune collaborateur à suivre une voie qui, apparemment, ne pouvait mener à rien de profitable, et Langmuir a raconté lui-même, dans la conférence qu'il a donnée à Paris,

en 1937, comment, après deux ans de recherches dans cette direction, il avait demandé à Whitney s'il était honnête de sa part de continuer des travaux qui n'apporteraient peut-être aucun résultat pratique. La récompense est venue, et elle fut de belle taille : on sait comment, en étudiant le mécanisme de la propagation de la chaleur à l'intérieur de l'ampoule, et en tenant compte de la vitesse d'évaporation du filament, Langmuir montra qu'on pouvait, en atmosphère gazeuse, pousser la température du filament de façon à gagner plus, par l'accroissement du rayonnement, qu'on ne perd par convection de la chaleur ; il étudia, en même temps, la relation entre le diamètre du

filament et la chaleur perdue par convection et aboutit à cette conclusion qu'un filament de gros diamètre est, à ce point de vue, plus avantageux qu'un fil fin ; l'emploi d'un fil de tungstène boudiné en hélice fut la conséquence de ces études : la lampe « demi-watt » à atmosphère gazeuse était née, et son succès justifiait, sur le plan pratique, la liberté que Whitney avait laissée à son collaborateur ; la science pure y gagna, du même coup, une connaissance approfondie de phénomènes dont elle n'avait qu'une notion sommaire, le mécanisme convectif des divers gaz et l'évaporation des filaments incandescents.

Les idées directrices

A partir de ce succès prodigieux, les travaux se succèdent sans arrêt ; ils sont couronnés, en 1932, par la suprême récompense que constitue l'attribution du prix Nobel



IRVING LANGMUIR

Né en 1881, Prix Nobel de Chimie 1932.

de chimie. A cette occasion, Langmuir a lui-même exposé son œuvre scientifique pure dans une lecture faite devant l'Académie de Stockholm ; il en a développé le côté anecdotique et humain dans la conférence donnée, l'an passé, à Paris, sur *La recherche fondamentale et sa valeur au point de vue humain*. C'est surtout à ces deux sources que j'emprunterai l'exposé d'une œuvre étendue et complexe, dont il convient de dégager d'abord l'idée directrice.

Auparavant, les chimistes comme les physiciens s'attachaient presque uniquement à déterminer les propriétés de masse de la matière. Mais les corps agissent les uns sur les autres par leur surface, et leurs propriétés dépendent ainsi de cette surface ; lorsqu'ils sont laminés en pellicules très minces, ou finement divisés en particules, ou poreux, ces propriétés de surface deviennent prédominantes. Il existe ainsi, à la limite des corps, des couches de passage dont les propriétés singulières avaient, depuis longtemps, attiré l'attention des physiciens et dont les chimistes avaient constaté l'intervention dans les phénomènes d'occlusion des gaz, d'adsorption, ou dans les actions catalytiques.

Avant Langmuir, on considérait toutefois, d'une façon un peu vague, que les gaz ou les vapeurs ainsi condensés à la surface des solides y étaient retenus par l'attraction,

comme l'atmosphère est retenue sur notre globe ; le physicien américain a montré que les choses se passaient autrement et résultaient d'un équilibre mobile entre deux phénomènes inverses et qui obéissent à des lois différentes : l'évaporation et la condensation.

La surface d'un corps, par exemple celle

d'un métal, constitue un réseau où les atomes occupent des positions à peu près fixes, dont ils ne peuvent s'écarter, sans rupture d'équilibre, que d'une petite fraction de leurs distances mutuelles. Ainsi distribués sur la surface, ces atomes constituent des centres d'attraction pour les molécules libres, de vapeur ou de gaz, qui passent dans leur voisinage immédiat ; ces molécules sont alors happées au passage et viennent s'insérer entre les mailles du réseau, où elles sont solidement retenues, plus solidement même qu'elles ne le seraient dans une couche for-

mée d'un seul élément : c'est ainsi que, lorsqu'on dépose du césium à la surface d'un filament de tungstène, les forces qui relient le premier corps au second sont trois fois plus grandes que les forces de cohésion qui rattachent les atomes de césium entre eux. Dans ces conditions, les particules adsorbées, c'est-à-dire retenues par la surface, forment sur cette surface une couche unimoléculaire très adhérente ; si d'autres atomes de même espèce viennent à passer au voisinage, ils

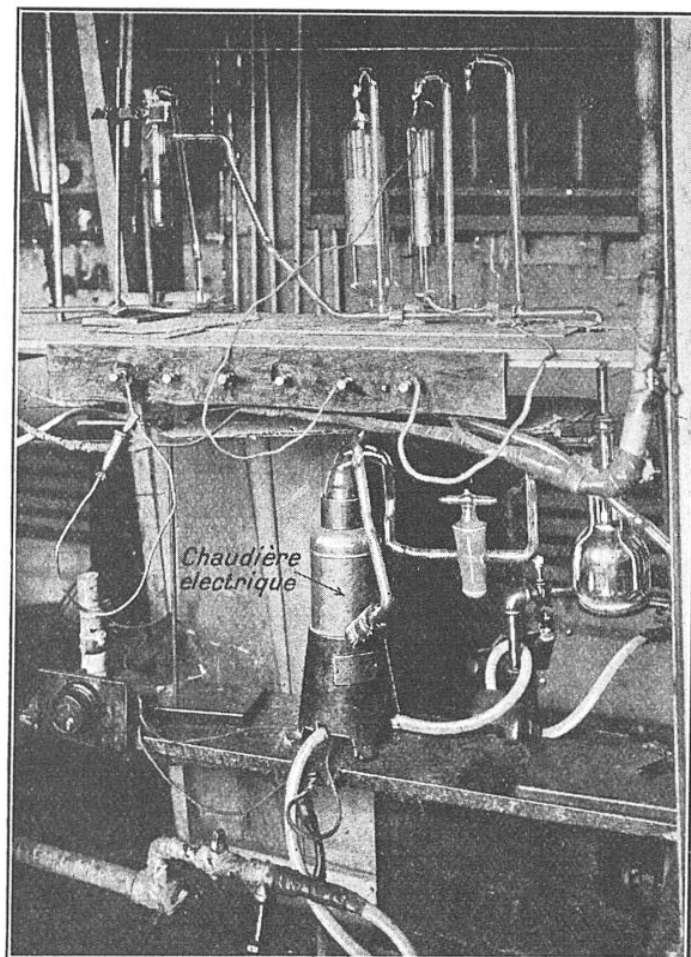


FIG. 1. — ENSEMBLE DE LA POMPE A VIDE DE LANGMUIR
L'ébullition du mercure est obtenue dans l'appareil ci-dessus dans une petite chaudière chauffée électriquement.

seront moins énergiquement retenus puisqu'ils reposent sur une couche de même nature, et c'est pour cela que le phénomène inverse de la condensation — l'évaporation — les élimine rapidement.

Le jeu de ces échanges atomiques a donc pour effet ordinaire la formation de couches unimoléculaires très adhérentes ; mais, tandis que la condensation dépend très peu de la température du corps sur lequel s'effectue le dépôt, la vitesse d'évaporation croît très rapidement avec cette température ; elle dépend, en effet, de l'agitation moléculaire ; les molécules vaporisées sont celles qui, par suite de cette agitation, sortent de la zone attractive du solide, laquelle est extrêmement réduite et de l'ordre de 10^{-8} cm. Donc, et finalement, la quantité de matière adsorbée diminue quand la température s'élève. Tel est le point de départ de Langmuir ; mais, loin d'en rester aux généralités, il a étudié minutieusement un certain nombre de cas précis, dont la connaissance a entraîné des conséquences importantes.

L'adsorption en phases solide et gazeuse

Langmuir a étudié séparément l'action de divers gaz sur un filament de tungstène porté à des températures variables. Examinons quelques-uns des cas qui ont retenu son attention, en commençant par les plus simples.

Lorsqu'on opère avec l'hélium, introduit sous faible pression dans l'ampoule, on constate que ce gaz n'est pratiquement pas adsorbé par le filament ; chaque molécule qui vient frapper le métal y séjourne pendant un temps extraordinairement court, 10^{-13} seconde ; tout se passe donc comme si elle rebondissait élastiquement sans avoir le temps de prendre la température du filament.

Moins simple est le cas de l'hydrogène ; c'est, d'ailleurs, celui que Langmuir avait étudié en débutant. Lorsqu'on introduit ce gaz dans l'ampoule, sous une pression initiale voisine de 20 baryes (0 mm 015 de mercure), le filament de tungstène étant porté à

1 500° K, le gaz est adsorbé rapidement non par le métal, mais par le verre de l'ampoule, jusqu'à l'établissement d'une limite où la masse de gaz adsorbé est voisine de 2 millièmes de mmg par cm^2 , ce qui correspond sensiblement à la formation d'une couche unimoléculaire. Cette pellicule adsorbée est très stable et reste adhérente à froid, dans un vide parfait, pendant plusieurs jours ; mais Langmuir a constaté, en outre, que l'hydrogène moléculaire H_2 a été dissocié en deux atomes au contact du filament incandescent, et ce sont ces atomes qui sont adsorbés sur la paroi intérieure de l'ampoule.

D'autres études, en particulier celles qui portent sur l'oxygène, ont établi que la couche gazeuse adsorbée ne joue pas uniquement un rôle physique ; elle intervient activement en modifiant les propriétés chimiques du corps qu'elle recouvre. Mais plus importantes encore par leurs conséquences pratiques furent les recherches relatives aux phénomènes électriques qui se produisent à l'intérieur de l'ampoule ; Langmuir a constaté l'existence de « charges électriques spatiales », lesquelles, à vrai dire, avaient déjà été révélées en France par Villard, mais dont il a su tirer d'utiles conséquences en montrant que cet état d'électrisation interne dirigeait et limitait l'émission électrique du filament incandescent ; nous en indiquerons une très importante application.

Langmuir a complété ces recherches en étudiant l'émission électronique du filament de tungstène recouvert de divers corps en couche unimoléculaire ; par exemple, une pellicule mince de thorium multiplie par 100 000 le nombre des électrons émis, pour une température donnée du filament ; cette propriété est actuellement utilisée dans la construction de certaines lampes employées en radiophonie. L'effet d'une couche mince de césium fut également examiné ; le choix de ce métal était justifié par la faiblesse de son potentiel d'ionisation, 3,9, qui montre la facilité avec laquelle son atome s'ionise en abandonnant un électron ;

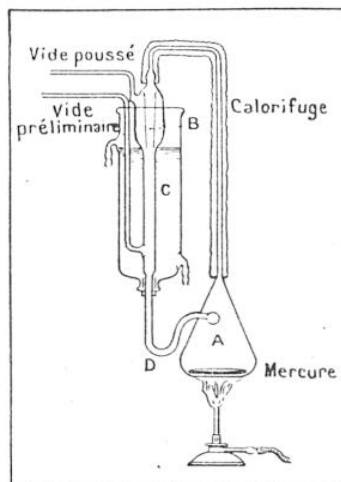


FIG. 2. — SCHEMA DE LA POMPE A VIDE DE LANGMUIR

Cet appareil, fondé sur la diffusion des gaz dans la vapeur de mercure, est amorcé à l'aide d'une pompe préliminaire. Le mercure est vaporisé en A et sort à l'état de vapeur en B. L'eau du réfrigérant le condense en C et il retombe en A par le siphon D. Le gaz du récipient où l'on veut obtenir un vide poussé diffuse dans la vapeur de mercure qui l'entraîne. On peut obtenir ainsi une pression de 1 millionième de millimètre de mercure.

de fait, l'étude du filament recouvert d'une pellicule de césium a été conduite par Langmuir et Taylor avec un soin minutieux et elle a permis d'établir des modèles de lampes électroniques qui laissent passer jusqu'à 0,2 A par cm^2 .

L'adsorption en phases liquides

Lorsqu'un liquide est en contact avec un autre liquide non miscible ou avec un solide, il se crée à la surface de séparation une couche mince douée de propriétés spéciales ; le phénomène a été l'objet, depuis lord Rayleigh jusqu'à MM. Devaux (1) et Marcelin, de remarquables études théoriques et expérimentales ; il joue, dans la lubrification des surfaces, un rôle très important qui a été mis en évidence par les études de M. Woog.

Ce même phénomène fait, depuis quelques années, l'objet des travaux de Langmuir, en collaboration avec Schaefer et le docteur Blodgett. L'expérimentation a porté sur des solutions d'acide stéarique dans l'huile de pétrole, au contact de l'eau alcalinisée par la soude ; lorsqu'on dépose une goutte de cette solution stéarique sur l'eau alcaline, elle y prend d'abord la forme d'une lentille ; peu à peu, la lentille ainsi formée s'étale, l'acide stéarique diffuse à la surface huile-eau et y forme une pellicule continue, qui se comporte comme « un gaz à deux dimensions ». Tout cela était déjà connu d'après les travaux de MM. Devaux et Marcelin ; mais ce qu'il y a de nouveau et

d'important, c'est que, si on ajoute à l'eau une quantité infinitésimale (10^{-5} molécule-gramme par litre) d'un sel de calcium ou de magnésium, cette pellicule se comporte non plus comme un gaz, mais comme un solide ; en plongeant une lame de verre dans le liquide recouvert par cette pellicule, on peut transférer celle-ci à la surface du verre ; on constate alors qu'elle est beaucoup moins volatile que l'acide stéarique lui-même pris en

masse (comme il arrivait tout à l'heure pour le césium déposé sur le tungstène) et que sa présence réduit considérablement le coefficient de frottement à la surface du verre : ainsi se trouve vérifiée expérimentalement l'existence de cette pellicule unimoléculaire lubrifiante, que M. Woog désigne sous le nom d'*épilamen*.

Ces phénomènes présentent une grande importance pour les biologistes : les échanges qui s'effectuent entre les cellules vivantes et le milieu dans lequel elles sont

plongées sont extrêmement sensibles à des traces de calcium, de magnésium ou de sodium ; les expériences de Langmuir et de Blodgett éclairent ce phénomène en nous montrant les différences qui peuvent résulter de modifications, imprévisibles mais réelles, des couches de passage à travers lesquelles s'effectuent les échanges.

Enfin, la réalisation de ces couches unimoléculaires, déposées sur des lames de laiton chromé, a permis aux biologistes d'étudier l'activité des substances protéiques ; on constate, par exemple, qu'une couche de toxine diphtérique peut être recouverte et

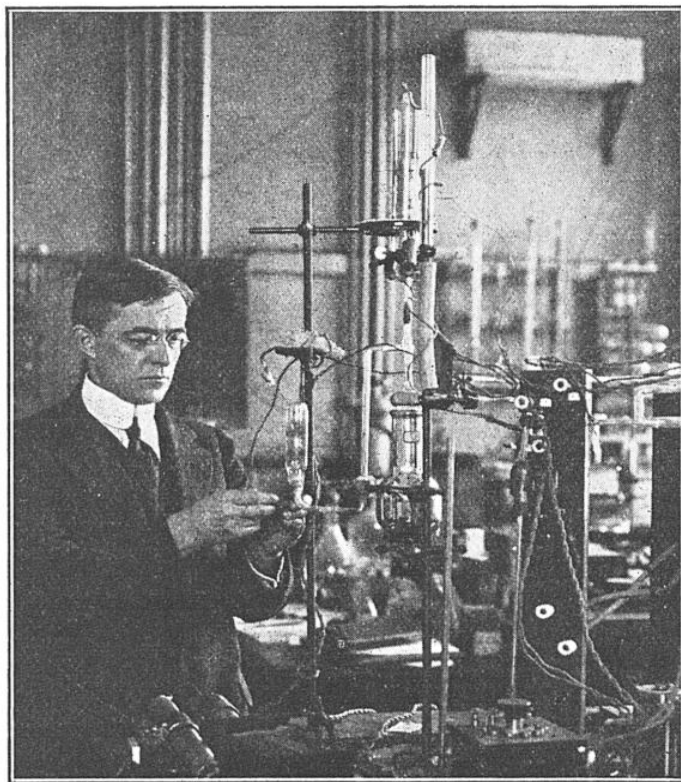


FIG. 3. — LE PHYSICIEN AMÉRICAIN IRVING LANGMUIR DANS SON LABORATOIRE DE LA « GENERAL ELECTRIC COMPANY », A SCHENECTADY (ÉTATS-UNIS)

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 249, page 197.

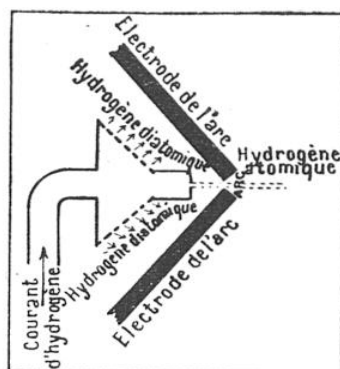


FIG. 4. — L'HYDROGÈNE ATOMIQUE

Langmuir a montré que la molécule d'hydrogène ordinaire (diatomique) peut, à haute température (arc électrique), se scinder en ses deux atomes d'hydrogène monoatomique dont la recombinaison libère 50 000 calories par gramme de gaz, ce qui élève la température de combustion.

le plan de la science pure, Langmuir a eu l'avantage d'en pouvoir déduire d'importantes applications; cette consécration de la théorie ne tient pas seulement à ses mérites personnels, si grands soient-ils; elle résulte aussi de l'esprit de coopération qui règne entre tous les services des laboratoires

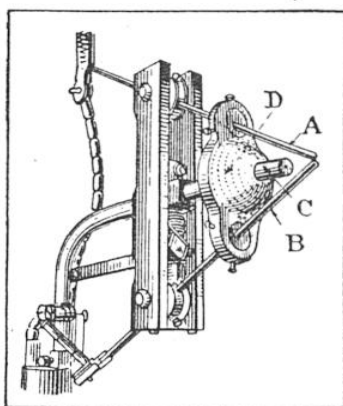


FIG. 5. — CHALUMEAU UTILISANT LA FLAMME D'HYDROGÈNE ATOMIQUE

Un courant d'hydrogène ordinaire arrive en C et parvient, à travers les trous D, jusqu'à l'arc électrique AB. Une molécule sur deux environ se scinde en deux atomes d'hydrogène. Il en résulte une flamme très chaude et très réductrice.

saturée par une autre couche d'antitoxine, alors que la toxine primitive ne prendrait plus sur elle; ces techniques nouvelles ouvrent des perspectives intéressantes pour le diagnostic et le traitement de certaines maladies.

Les conséquences pratiques

Tout en développant ces études sur le plan de la science pure, Langmuir a eu l'avantage d'en pouvoir déduire d'importantes applications; cette consécration de la théorie ne tient pas seulement à ses mérites personnels, si grands soient-ils; elle résulte aussi de l'esprit de coopération qui règne entre tous les services des laboratoires de Schenectady et aussi des possibilités techniques qui permettent de matérialiser et de mettre au point l'idée nouvelle.

Je commencerai par rappeler la fameuse pompe à diffusion de vapeur de mercure, que représente la figure 1, et qui est si répandue aujourd'hui dans les laboratoires; elle sert à améliorer le vide

primaire donné par une machine pneumatique ordinaire, en entraînant les gaz par un jet de vapeur de mercure qui retourne ensuite, après condensation, dans le récipient où il est vaporisé à nouveau; avec cet appareil, on réalise aisément un vide de 10^{-6} mm, qu'on peut même améliorer en remplaçant le mercure par certaines huiles dont la tension de vapeur est négligeable.

Une des premières réalisations de Langmuir se rapporte à l'hydrogène; il avait, comme nous l'avons rappelé, établi que la molécule de ce gaz peut être, à haute température, dissociée en atomes; à la température de l'arc électrique, une molécule sur deux est dissociée

et la recombinaison de ces deux atomes libère une quantité de chaleur considérable, voisine de 50 000 calories par gramme de gaz; il résulte de là que si on pouvait brûler de l'hydrogène atomique au lieu de l'hydrogène moléculaire, les 50 000 calories en plus

devraient élever notablement la température. Langmuir en a trouvé le moyen, et c'est là une de ses plus brillantes découvertes; le jet d'hydrogène s'échappe entre deux électrodes de tungstène (fig. 5) qui servent d'amorces à un arc électrique; les molécules de gaz qui traversent cet arc sont partiellement dissociées et brûlent dans l'oxygène en produisant une température qui doit être largement supérieure à 3 400°, car un fil de tungstène placé à la pointe du dard y fond très rapidement; plus haut, au milieu du panache, on peut faire fondre le molybdène, ce qui prouve que la flamme y est à plus de 2 600°. Avantage important, cette flamme est réductrice, en raison de l'excès d'hydrogène, c'est-à-dire qu'on peut y travailler et y souder les métaux. Ce chalumeau est aujourd'hui employé pour fondre et souder les aciers au chrome, le molybdène, le vanadium, l'iridium.

Il convient aussi de rappeler le rôle, indi-

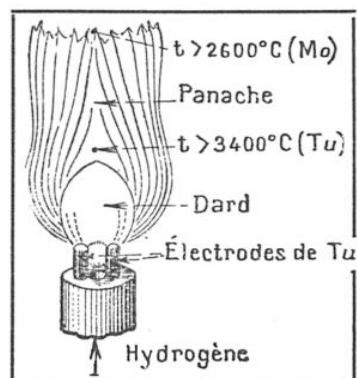
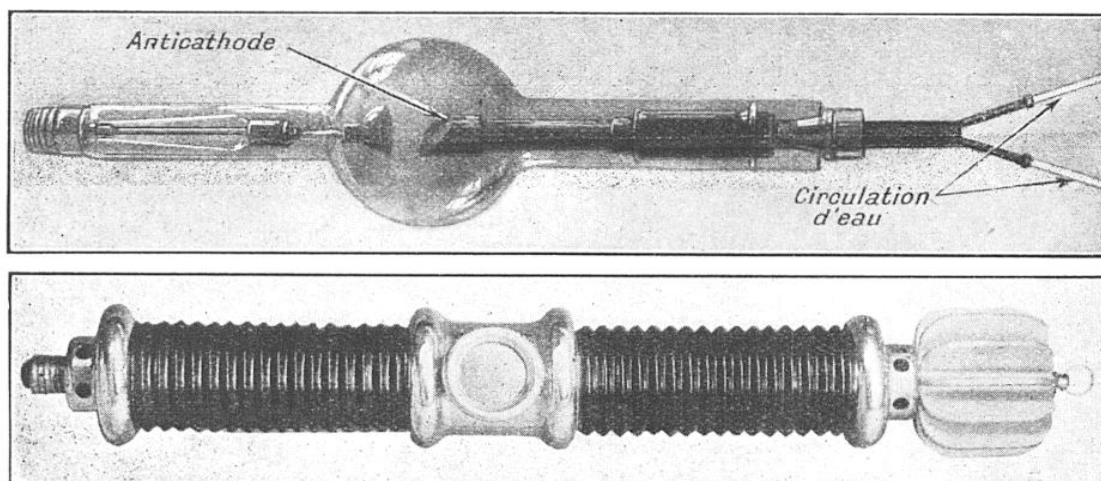


FIG. 6. — LA FLAMME DE L'HYDROGÈNE ATOMIQUE

En brûlant dans l'oxygène, l'hydrogène atomique produit une flamme dont la partie la plus chaude atteint plus de 3 400° C.



(Compagnie générale de Radiologie.)

FIG. 7 ET 8. — PHOTOGRAPHIES D'UN TUBE A RAYONS X CONSTRUIT PAR COOLIDGE ET D'UN TUBE MODERNE A HAUTE TENSION POUR LE RADIODIAGNOSTIC

Le tube Coolidge comprend essentiellement un filament chauffé au rouge jouant le rôle de cathode et libérant des électrons. Ceux-ci, sous l'influence de la tension très élevée établie, comme dans une lampe à deux électrodes, entre la cathode et une anode métallique, appelée ici anticathode, se précipitent sur cette dernière avec une très grande vitesse. L'anticathode émet alors des rayons X. Langmuir, en formulant la loi de distribution des charges électriques à l'intérieur des tubes à vide, a rendu possible l'application de très fortes tensions entre les électrodes sans que l'intensité du courant débité dépasse quelques milliampères. Le tube de radiodiagnostic, d'une puissance de 10 kW, supporte une tension de 100 000 V en débitant 140 milliampères pendant une seconde. On remarque les ailettes de refroidissement du tube.

rect mais essentiel, joué par les travaux de Langmuir dans diverses applications techniques de première importance : l'ampoule à rayons X de Coolidge porte, très justement, le nom du sous-directeur des laboratoires de Schenectady, mais c'est la connaissance des lois de distribution des charges électriques à l'intérieur d'un tube à vide qui a permis la réalisation de ce précieux appareil, dont aucun laboratoire ne saurait se passer.

Cette même connaissance a grandement facilité le perfectionnement des audions, kénotrons et autres appareils qui fonctionnent par émission d'électrons ; la lampe à trois électrodes, imaginée vers 1912 par Lee de Forest, fonctionnait à ses débuts dans des conditions assez défectueuses, parce que le vide intérieur n'était pas assez poussé ; c'est Langmuir qui, en indiquant l'importance des phénomènes d'adsorption, a montré la nécessité et la possibilité de réaliser des vides beaucoup plus poussés, grâce auxquels les lampes à multiples électrodes peuvent supporter des tensions de 10 000 V et plus, en laissant passer des courants voisins de 1 A, dans des conditions qui ont

permis leur application à la radiophonie.

Mais il faut, surtout, mettre au compte de Langmuir la révolution de l'éclairage par incandescence (1), qui résulte de l'introduction, dans l'ampoule, de gaz inertes, l'azote d'abord, puis l'argon et, maintenant, le mélange de krypton et de xénon ; elle est trop connue pour que j'en parle ici ; à elle seule, elle suffirait pour justifier les honneurs et les récompenses qui ont été attribués au savant américain, et d'autant mieux que ces progrès résultent, non d'un heureux hasard, mais d'une série d'études conduites suivant les méthodes les plus rigoureuses de la science.

L. HOULLEVIGUE.

(1) Je n'enlèverai rien à la gloire de Langmuir en rappelant qu'antérieurement aux recherches dont nous parlons plus haut, un de nos compatriotes, l'ingénieur Alfred Henry, avait reconnu, dès 1900, l'intérêt d'employer pour l'éclairage électrique des conducteurs fins enroulés sous forme de ressorts à boudin, et fonctionnant dans le vide ou en atmosphère gazeuse. Un brevet d'invention, déposé à cette date, lui attribue, à ce point de vue, une antériorité que les tribunaux ont reconnue et dont les fabricants français de lampes se sont prévalus pour s'affranchir des redevances réclamées par les possesseurs des brevets américains.

EMPREINTES DIGITALES ET HÉRÉDITÉ

Par Jean LABADIÉ

Les empreintes digitales constituent le document d'identité le plus irrécusable utilisé à ce jour. Le professeur Balthazard a démontré par le calcul des probabilités que douze particularités relevées sur les dessins papillaires suffisaient pour conférer une certitude mathématique aux identifications médico-légales ayant trait à toute la population européenne. Ces sinuosités du relief du derme papillaire, infiniment diverses et pourtant inaltérables, se présentent donc comme l'élément morphologique individuel le plus précis pour renseigner le biologiste. Mais les « caractères » ainsi mis en évidence sur les empreintes digitales sont-ils eux aussi soumis aux lois générales de la génétique telles que les a formulées la théorie moderne des chromosomes (1) de l'Américain Thomas-Hunt Morgan ? Sont-ils, comme les « caractères » individuels, déterminés par des « gènes », corpuscules ultramicroscopiques inclus dans les filaments des chromosomes des cellules génératrices de l'individu ? Ces caractères dactyloscopiques apparaissent, dans une certaine mesure, en relations avec les autres caractères héréditaires. En effet, les empreintes de certains jumeaux peuvent présenter une identité presque totale. Cependant celles des « quintuplées canadiennes », jumelles vraies s'il en fût, accusent des différences évidentes au regard de la science dactyloscopique. De telles « indéterminations » sont fréquemment observées et les lois de la génétique, dans leur rigueur mathématique, n'ont pu encore en fournir d'interprétation satisfaisante.

LES formes vivantes échappent-elles à la mesure ?

D'une étude parue ici même (2), dans laquelle nous comparions l'évolution constructive des cristaux et de certaines pseudo-végétations minérales, d'une part, avec, d'autre part, la genèse des organismes vivants élémentaires, nous avons conclu effectivement que les êtres vivants échappent à la mensuration géométrique.

Et cependant... Lorsqu'un expert en identité judiciaire nous affirme, avec une certitude *mathématique*, que telle empreinte digitale ne peut convenir à deux individus différents, n'est-ce pas là comme une intervention de la géométrie dans l'identification d'un homme ?

Le caractère géométrique humain le plus formel réside en effet dans les dessins papillaires

Certes, on peut « mesurer » un homme en relevant certaines dimensions de son squelette, de son crâne. Cet art a même reçu un nom : l'« anthropométrie », et toutes les polices du monde ont tablé sur les fiches anthropométriques comme moyen d'identifier les récidivistes. Mais ce genre de fiches, dont la *photographie*, le simple portrait, constitue le plus bel ornement, aurait été lui-même d'un bien faible secours si une « science » nouvelle réellement digne de ce

nom, la « dactyloscopie », n'était venue lui donner toute son efficacité en adjoignant aux mesures anthropométriques les *empreintes digitales* de l'individu. Ces indices équivalent au document d'identité le plus irrécusable qu'on ait trouvé jusqu'ici.

Or, pas plus que la photographie, l'empreinte digitale n'a de rapports étroits avec la mesure géométrique ; elle n'en a même aucun, ainsi que nous verrons. Pourtant, l'œil le moins exercé est capable de reconnaître entre mille une empreinte individuelle plus aisément qu'un portrait. Un visage peut se maquiller ; une photo peut se truquer ; le faciès qu'elle reproduit varie avec l'âge, la chute des cheveux, la présence ou l'absence d'une barbe, d'une balafre. Tandis que les dessins papillaires qui ornent de leurs fins sillons l'extrémité des doigts, la face interne des phalanges (et de la paume), ces dessins complexes *ne peuvent subir aucune altération*. Depuis l'instant où ils se sont imprimés, *avant la naissance*, dans le *derme*, ils demeurent identiques à eux-mêmes durant toute la vie. Les brûlures épidermiques ne les entament pas ; les entailles peuvent les découper, sans y ajouter ni une courbure, ni un point neufs. On a vu des repris de justice se détériorer brutalement l'épiderme par immersion dans l'eau bouillante. Après guérison, les dessins papillaires réapparaissent.

En un mot, ces dessins constituent l'élément « morphologique » individuel le plus

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

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

précis que la nature offre au biologiste pour tenter de définir ce qu'on nomme vulgairement la « ressemblance ».

Et cependant même les jumeaux « univitellins » présentent des disséminances papillaires

Effectivement, on a rencontré des « jumeaux » dont les empreintes digitales (caractérisées comme nous le disons) étaient à peu près autant indiscernables que leurs visages. Mais encore ce n'est pas là une règle absolue. Les célèbres jumelles quintuples canadiennes, les sœurs Dionne, ne jouissent pas, quoiqu'on l'ait dit prématurément, de l'identité des empreintes digitales. C'est du moins ce qui résulte de l'examen qu'a fait de leurs dessins papillaires M. Denys Guérin, chef du Service dactyloscopique de l'Identité judiciaire de la Préfecture de Police.

La similitude des empreintes digitales des jumeaux présente un intérêt très spécial du point de vue de l'hérédité selon Mendel,



FIG. 1. — UNE EMPREINTE DIGITALE ÉTALON COMMUNIQUÉE PAR LE SERVICE DE L'IDENTITÉ JUDICIAIRE. Avec un peu d'attention, le lecteur distinguera les 16 caractères analytiques principaux d'une empreinte digitale retenus par les spécialistes de la dactyloscopie. Il reconnaîtra : en a, une « interruption » ; en b, une « bifurcation simple » ; en c, une « ligne courbe » ; en d, une « boucle ouverte » ; en e, une « ligne brisée » ; en f, une « ligne droite » ; en g, un « crochet » ; en h, un « cercle » ; en i, un « embranchement » ; en j, un « triangle » ; en k, un « arrêt de ligne » ; en l, une « ligne sinueuse » ; en m, un « lac » ; en n, une « bifurcation double » ; en o, un « îlot » ; en p, un « point ». Comme on voit, ce sont là des caractères nullement géométriques, mais purement descriptifs. S'ils ont une relation avec la géométrie, ce n'est qu'avec cette géométrie purement « qualitative » comme l'appelait H. Poincaré et que les analystes dénomment *analysis situs* ; une géométrie qui ne tient pas compte des mesures, mais seulement des « accidents » : trou, coupure, etc.

dont Th.-Hunt Morgan a fourni la théorie *chromosomique*. Cette théorie, que nous avons exposée (1), ramène la transmission des caractères individuels, entre parents et enfants, à l'accouplement des « chromosomes » paternels et maternels dans l'œuf fécondé duquel naîtra l'individu (2). Chaque caractère, d'après la théorie de Morgan, serait déterminé par un gène, ou corpuscule inclus dans le filament d'un chromosome.

En ce qui concerne spécialement les jumeaux, si ceux-ci sont issus du même œuf (on les nomme, dans ce cas : *univitellins*), il est évident qu'ils doivent se ressembler dans tous leurs caractères, sans exception. La divi-

sion de l'œuf primitif en deux œufs nouveaux (s'il s'agit de deux jumeaux seule-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 221, page 358

(2) Les chromosomes se présentent dans le noyau de chaque cellule vivante comme de microscopiques filaments, en nombre parfaitement défini pour une espèce donnée — et toujours accouplés par paires. Au moment de la fécondation de l'ovule maternel

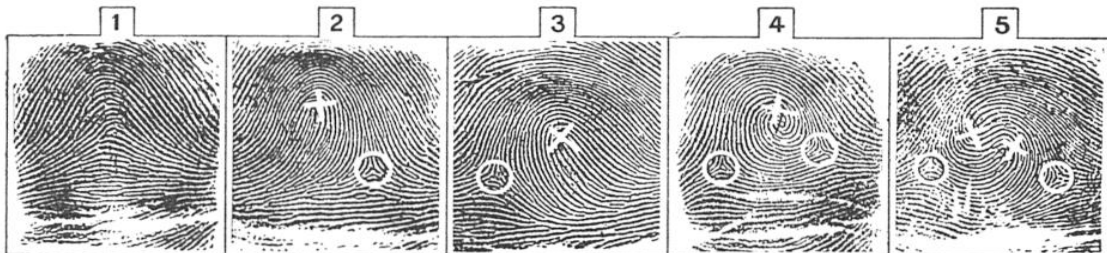


FIG. 2. — LES CINQ « GROUPES » DE LA « CLASSIFICATION NATURELLE » DES EMPREINTES, RÉCEMMENT MISE AU POINT PAR MM. SANNIÉ ET GUÉRIN

Le caractère entouré d'un cercle est le « delta » ou triangle. Celui que marque une croix est la « boucle ». Le groupe 1 ne comporte ni boucle, ni delta ; le groupe 2 comporte une boucle tournant à gauche et un delta à droite ; le groupe 3, une boucle tournant à droite et un delta à gauche ; le groupe 4, deux deltas et une boucle tournant à gauche ; le groupe 5, deux deltas et deux boucles tournant en sens inverse. Chaque groupe comporte, bien entendu, de nombreuses « variantes » (voir le texte). Ces cinq groupes et leurs variantes suffisent par leurs combinaisons pour classer sans erreur 3 millions de fiches dactyloscopiques.

ment) entraîne une division par deux, strictement parallèle, de tous les chromosomes insérés dans le noyau (*vitellus*) de l'œuf initial. Si l'œuf se divise en trois, quatre ou même cinq œufs nouveaux (comme c'est le cas des quintuplées canadiennes), les filaments chromosomiques se divisent également en trois, quatre ou cinq filaments exactement aussi semblables entre eux que les éléments d'un « cheveu coupé en quatre », pour employer une image vulgaire. Chaque

et la naissance synchrones des jumeaux en question : ceux-ci peuvent, dès lors, être aussi différents que s'ils étaient nés à plusieurs années d'intervalle. Les jumeaux univitellins, issus du même œuf, possèdent au contraire la même couleur des cheveux, la même coloration de l'iris, la même pigmentation de la peau... Bref, ils (ou elles) se ressemblent tellement que la maman elle-même peut confondre les bébés si elle ne les *marque* pas d'un signe distinctif.

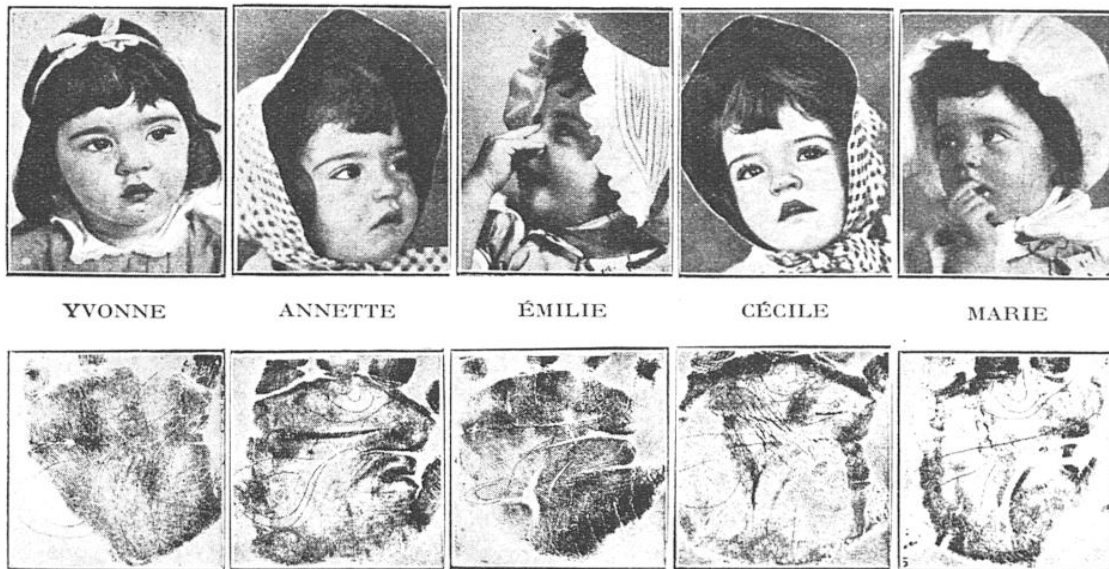


FIG. 3. — LES CINQ SŒURS JUMELLES CANADIENNES DIONNE AVEC, AU-DESSOUS DE LEURS PHOTOGRAPHIES, LES EMPREINTES PALMAIRES GAUCHES DE CHACUNE D'ELLES

L'œil peut exercer toute sa sagacité à tenter d'apercevoir des dissemblances ou des ressemblances entre ces cinq images. Est-ce que Annette et Yvonne ne figurent pas la même personne vue dans un jeu de miroir ? Par contre, aucune des empreintes palmaires (de la main gauche) ne peut se confondre avec la voisine. Il en serait de même pour les empreintes digitales, que les difficultés d'agrandissement et de clichage ne nous ont pas permis de reproduire avec une netteté suffisante.

gène, porteur de caractère, participe donc également à la loi générale de subdivision. Il s'ensuit que chacun des jumeaux issus de l'une des subdivisions de l'œuf possédera les mêmes caractères que son frère ou que sa sœur. Et, d'abord, les jumeaux seront *tous du même sexe*. Des jumeaux de sexe différent ne sont pas de « vrais » jumeaux : ils proviennent chacun d'un œuf différent. Les circonstances toutes fortuites d'une fécondation *simultanée* (qui n'a rien d'étonnant, étant donné le nombre incalculable des spermatozoïdes et la pluralité des ovules mis en présence) ont seules permis la gestation par le *spermatozoïde* paternel, ces deux cellules germinatives (qui, par exception, n'ont qu'un *seul jeu de chromosomes*) apportent chacune un échantillon des chromosomes de l'ascendant qui les fournit

Quand les univitellins avancent en âge, la ressemblance s'atténue parce que la manière de s'alimenter ou de vivre apporte des modifications apparentes aux caractères. Mais si les jumeaux vivent exactement dans les mêmes conditions, s'ils ont la même alimentation, la même hygiène, s'ils contractent les mêmes maladies — ce qui arrive naturellement dans une vie familiale normale — les jumeaux univitellins peuvent conserver leur ressemblance *totale* jusqu'à un âge très avancé.

Si j'en avais l'autorisation, je publierais ici deux photographies représentant des frères jumeaux (actuellement âgés de quarante-cinq ans et fort connus dans certains milieux parisiens) que l'œil le plus attentif n'arrive

pas à distinguer. On dirait le même homme qui aurait passé deux fois devant l'objectif — ou, si vous préférez, deux poses différentes d'un même individu. J'ai seulement obtenu qu'on me laisse vous présenter leurs empreintes digitales (fig. 4). Comme vous pouvez le constater (si vous voulez bien user d'une loupe), sur dix paires d'empreintes, neuf sont à première vue indiscernables. Une seule paire (celle des index des mains droites) accuse une différence, au regard méthodique du « dactyloscopiste ». Celui-ci pousse en effet plus loin l'analyse en comptant, par exemple, le nombre de crêtes papillaires entre deux repères. Et encore, si le spécialiste veut bien faire intervenir d'autres mesures numériques, il parvient, avec un peu d'attention, à distinguer les neuf autres couples d'empreintes. Ainsi les jumeaux eux-mêmes ne courent pas le risque d'une erreur d'identité.

J'ai pu, d'autre part, comparer, sous un projecteur spécial, l'épidactyloscope (fig. 5), les empreintes digitales des cinq sœurs Dionne, empreintes que je m'excuse de ne pas reproduire à cause d'insurmontables difficultés d'agrandissement. Je pourrais corroborer l'observation de M. Guérin : d'une

allure générale semblable, ces empreintes peuvent être facilement distinguées si l'on tient compte des données précises de la dactyloscopie, données sur lesquelles nous allons revenir. Les empreintes palmaires des

cinq jumelles (fig. 3) montrent que la dissemblance apparaît nettement si l'on considère l'ensemble des mains et non plus seulement les extrémités digitales.

Et, pourtant, nul ne songe à contester l'origine « univitel-line » des cinq sœurs Dionne. Quand les spécialistes ont voulu trouver à tout prix un caractère nettement *dissemblant* sur l'une d'entre elles, ils ont dû se contenter de ceci : les cheveux de l'une des quintuplées bouclent à gauche, tandis que les cheveux de ses quatre sœurs bouclent à droite (sens inverse du mouvement des aiguilles d'horloge). A part cela, mêmes oreilles, mêmes groupes sanguins, même coloris de l'iris...

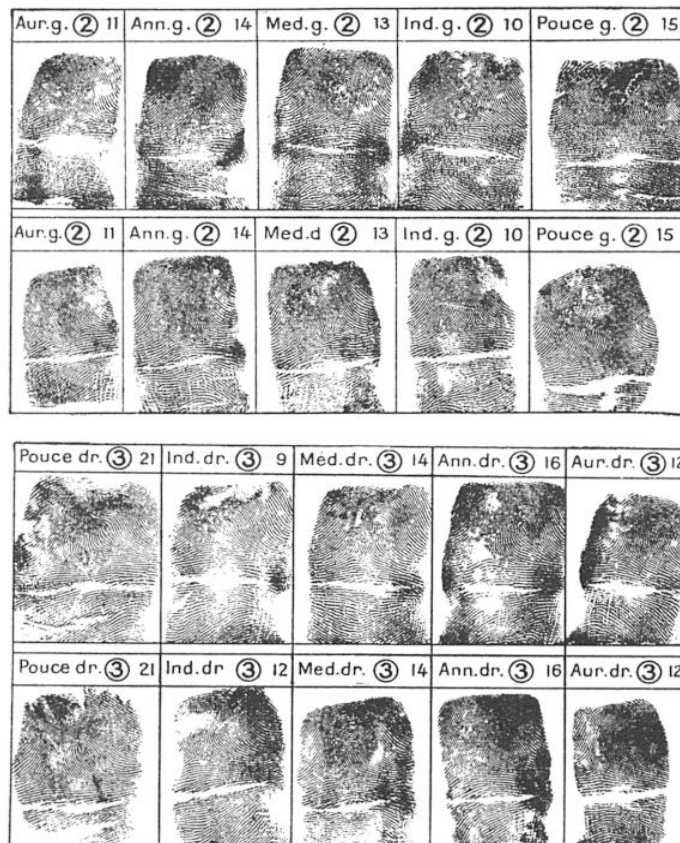


FIG. 4. — UN DOCUMENT EXTRÊMEMENT RARE : LES VINGT EMPREINTES DIGITALES « SEMBLABLES », MAIS NON « IDENTIQUES », DE DEUX JUMEAUX

L'une des planches concerne les mains droites, l'autre les mains gauches. Les dix paires se classent « chacune » dans le même groupe. Cependant, si l'on compte le nombre de crêtes papillaires comprises entre deux accidents caractéristiques, on trouve que les index de la main droite accusent : l'un, 9 crêtes ; l'autre, 12 crêtes. Ceci suffit à identifier chacun des deux hommes. Et, s'il le fallait, les dactyloscopistes trouveraient, pareillement, des différences caractéristiques analogues sur n'importe laquelle des « paires » de doigts. Ainsi, les jumeaux les plus parfaits n'échappent pas à l'identification dactyloscopique.

La précision de la dactyloscopie semble défier les lois « statistiques » classiques

De ce qui précède résulte une singulière contradiction. D'une part, les empreintes digitales constituent une pièce irrécusable d'identité individuelle ; d'autre part, ce

« caractère », irrécusable individuellement, paraît se récuser (ou, du moins, *flotter* dans ses indications) quand les généticiens en appellent à son témoignage — les généticiens, promoteurs cependant du seul chapitre actuellement existant de ce qu'on peut appeler la « biologie exacte ».

Pour éclaircir ce paradoxe, nous devons examiner d'abord, scientifiquement, la valeur des empreintes digitales en tant que témoins de l'état civil individuel.

La réponse est immédiate : cette valeur est purement « statistique ». Les nombres sur lesquels on s'appuie pour démontrer qu'il

des lignes à défaut de leur tracé rigoureux. Il n'en est rien. La dactyloscopie doit se résigner à prendre comme repères des singularités dont la désignation redevient à son tour purement descriptive — exactement comme celles par lesquelles les généticiens décrivent et reconnaissent leurs propres sujets. M. Morgan parle, à propos de la mouche drosophile : d'« ailes longues » ou d'« ailes courtes » ; d'yeux « barrés » ou d'yeux « absents » ; de corps « velu » et de corps « glabre », etc... En présence des dessins papillaires, la dactyloscopie ne peut noter que des singularités analogues, dont les

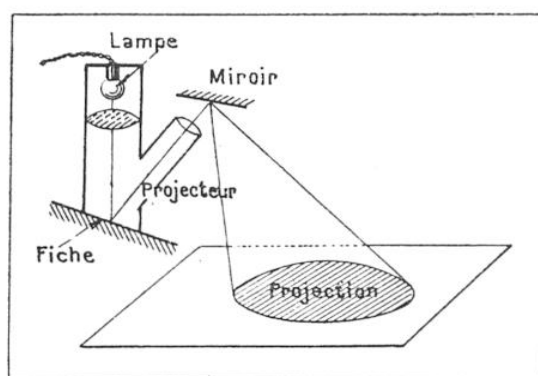
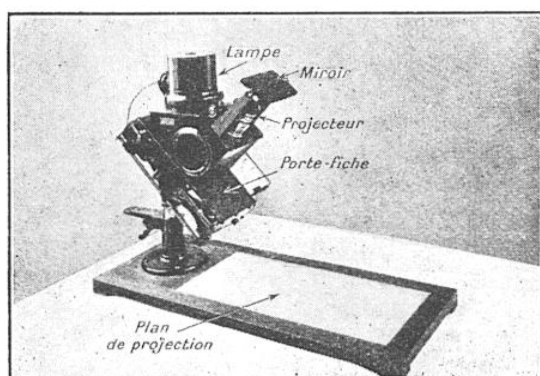


FIG. 5. ET 6. — PHOTOGRAPHIE ET SCHÉMA DE L'« ÉPIDACTYLOSCOPE »

Cet appareil permet de projeter, agrandie, sur l'écran horizontal l'empreinte digitale placée comme l'indique le schéma à droite. La « fiche » dactyloscopique est violemment illuminée par une lampe et son condensateur optique. Un système optique (projecteur) agrandit l'image que le miroir projette sur le plan horizontal où le spécialiste peut en examiner à loisir tous les détails caractéristiques.

n'existe pratiquement aucune chance de rencontrer deux êtres humains ayant, par le seul effet du hasard, mêmes empreintes, ces nombres sont presque du même ordre que ceux invoqués par les physiciens pour justifier le principe de Carnot. Mais, quoi qu'on fasse, ce n'est là qu'une théorie de « probabilité », et encore une théorie très spéciale comme l'indique la note page 266.

Le professeur Balthazard a présenté naguère les calculs à l'Académie des Sciences.

Il s'agit d'abord de s'entendre, par une convention judicieuse, sur les données qui seront adoptées pour identifier l'empreinte elle-même, — pour la définir et la classer. On s'aperçoit aussitôt que ces données ne sauraient être des mesures dimensionnelles telles que, par exemple, l'écartement ou la profondeur des sillons papillaires. Les courbes réalisées par ces sillons évoquent assez volontiers, pour le mathématicien, des « familles » capables de fournir une « équation générale » suffisante pour donner l'allure

principales sont groupées dans la nomenclature suivante (voir aussi la figure 1) :

- a) L'interruption de ligne ;
- b) La bifurcation ;
- c) La ligne courbe ;
- d) La boucle ouverte ;
- e) La ligne brisée ;
- f) La ligne droite ;
- g) Le crochet ;
- h) Le cercle ;
- i) L'embranchement ;
- j) Le triangle ;
- k) L'arrêt de ligne ;
- l) La ligne sinueuse ;
- m) Le lac ;
- n) La bifurcation double ;
- o) L'ilot ;
- p) Le point ;

Prenant à la lettre ces singularités et ayant évalué que la moyenne des caractères distinctifs que l'on peut rencontrer sur une empreinte est de 100 environ, le professeur Balthazard établissait, d'après les lois classiques de l'« analyse combinatoire », que,

pour avoir une chance de retrouver *une coïncidence* de deux caractères, il fallait rassembler 16 empreintes digitales (1). Pour avoir 3 coïncidences, il faut 64 empreintes ; pour 5 coïncidences, 1 024 empreintes ; pour 6 coïncidences, 4 096 empreintes, etc.

A mesure que l'on devient plus exigeant, le nombre d'empreintes à rassembler s'élève rapidement en progression géométrique.

741 824 ; pour 16 coïncidences : 4 milliards 294 967 296.

Mais si nous savons que l'humanité ne comporte, au total, que 1 500 millions d'individus vivants, nous sentons que les cent caractères distinctifs repérés par le professeur Balthazard dans les dessins papillaires ne sont utiles qu'au service d'identité que, seul, peut tenir à jour le concierge du Paradis.



FIG. 7. — COMPARAISON « DACTYLOSCOPIQUE » D'UN HOMME ET D'UN SINGE ANTHROPOÏDE
N'était la disposition des doigts et l'opposition du pouce, ni l'œil ni le dactyloscope ne pourraient discerner aucune différence intrinsèque entre la structure des dessins papillaires de l'homme (à gauche) et celle des dessins du singe (à droite). Les dessins papillaires ne sont pas, en conséquence, d'une aussi grande signification qu'on l'a prétendu au regard de « l'évolution » des espèces.

Pour avoir la coïncidence de 10 singularités, il faut confronter 1 048 576 empreintes ; pour 12 coïncidences : 16 777 216 ; pour 15 coïncidences : 1 milliard 73 millions

(1) Le lecteur informé de la théorie des probabilités remarquera que les mots : « chance » de retrouver une ou n « coïncidences » de caractères (sur deux empreintes confrontées) n'ont pas ici de sens mathématique rigoureux. Le calcul du professeur Balthazard a été critiqué maintes fois. Mais il est moins un calcul démonstratif qu'un procédé d'exposition à l'usage des juges, jurés et avocats, pour leur faire sentir « l'ordre de grandeur » de la certitude apportée par l'identification dactyloscopique.

Des spécialistes mathématiciens ont, à dix reprises tenté de substituer une démonstration en règle au

En effet, les cent caractères papillaires de Balthazard n'ont qu'une chance d'avoir été rencontrés simultanément sur deux individus différents à leur entrée dans l'au-delà, depuis

calcul approximatif du professeur Balthazard. Avec quarante pages d'équations, dont certaines critiquables à leur tour, ils ont abouti au même « ordre de grandeur » que Balthazard.

En fait, il s'agit ici d'un aspect très particulier du calcul des probabilités, qui doit tabler sur la « fréquence d'apparition » d'un caractère déterminé dans des empreintes digitales réellement observées. Cette fréquence ne tire donc sa valeur que de la statistique, et cette valeur est évidemment d'autant plus grande que la fréquence observée est plus faible. Voilà un cercle vicieux. Il confirme au plus haut

qu'il y a des hommes, — sans parler des singes qui possèdent, eux aussi, des empreintes digitales fort voisines des nôtres. Et même cette image est insuffisante : c'est un nombre d'années de l'ordre géologique (quelques millions de siècles) qu'il faudrait accorder à l'existence de l'humanité pour lui donner le temps de faire apparaître l'unique chance d'erreur envisagée.

Nous comprenons, en conséquence, que le professeur Balthazard ait estimé à 11 ou 12 le nombre suffisant des coïncidences de caractères à retenir pour les recherches ayant trait aux sujets européens. En réalité, c'est beaucoup trop de scrupules, puisque le docteur Locard, chargé de l'identité judiciaire de la région lyonnaise, a fort bien organisé le classement d'environ 25 000 empreintes en ne retenant que 4 singularités des dessins papillaires.

Le service de Paris, tenu de se reconnaître dans un fichier national d'environ 3 millions d'empreintes, a cru bon d'adopter 5 caractères papillaires. Jusqu'ici, aucune coïncidence ne s'est présentée qui n'ait été justifiée par l'identité de l'individu. Aucune erreur judiciaire n'a jamais été constatée du fait de cette classification — qui demeure, pourtant, vous le voyez, infiniment éloignée de la précision à laquelle elle pourrait atteindre mathématiquement.

Aussi bien, lorsque, s'essayant, vers 1910, aux premières épreuves de contrôle de ses fiches anthropométriques par le moyen des empreintes digitales, Alphonse Bertillon rencontra certain jour une coïncidence de 51 singularités entre deux dessins papillaires, ce « miracle » statistique fut vite éclairci. La discussion montra qu'il s'agissait d'un simple amusement dactyloscopique consistant à masquer les dissimilitudes sur deux empreintes quelconques pour ne laisser apparaître que les caractères analogues. On découpait les empreintes !

degré le fait que la « morphologie » des dessins papillaires, formes vivantes d'apparence géométrique, échappe non seulement à la mesure géométrique mais encore à la mesure arithmétique des statisticiens. En bref, l'originalité des formes vivantes apparaît absolue précisément parce qu'elle échappe même aux lois du hasard — plus exactement : aux lois mathématiques par lesquelles les savants définissent le hasard.

Hors de quoi la non-identité des deux individus sautait immédiatement aux yeux...

La classification « naturelle » des empreintes digitales

On aperçoit dès lors combien demeurent arbitraires le choix et la définition des caractères dactyloscopiques et quel degré de certitude, une fois déterminés ces caractères analytiques, préside à l'identification du sujet qui est trouvé porteur seulement de quelques-uns d'entre eux.

Le problème qui se pose au praticien consiste, dans ces conditions, à dresser une liste de caractères aussi brève que possible, afin de simplifier l'organisation de ses fichiers et leur utilisation pour la recherche.

Il existe actuellement une vingtaine de méthodes de classement en usage dans le monde. Un service local, tel que, par exemple, celui de l'identité judiciaire de la région lyonnaise, comportant environ 25 000 fiches, fonctionne parfaitement avec un classement basé sur 4 groupes d'empreintes. La classification adoptée est celle de Vuetich.

Le service national de Paris, fonctionnant sur 3 millions de fiches, a besoin de divisions (dans son fichier) portant sur un plus grand nombre de facteurs. Et c'est précisément le mérite de MM. Sannié et Guérin, direc-

teurs techniques du service, d'avoir tenté un *Essai de classification naturelle*, qui vient d'être publié.

Les auteurs ont distingué cinq groupes d'empreintes. Le groupe I se définit par quatre « variantes » possibles. Le groupe II comporte également quatre variantes, qui sont les mêmes que celles caractérisant le groupe III avec cette particularité que les figures III sont orientées en sens inverse des figures II. Signalons à ce propos que les empreintes de deux jumeaux peuvent figurer l'une en II, l'autre en III, tout en étant à peu près semblables. C'est la symétrie dite « en miroir », analogue à celle des cristaux d'acide tartrique ou de sucre végétal — symétrie que Pasteur considérait comme l'énigme fondamentale de la biologie. Le groupe IV comporte six variantes. Le

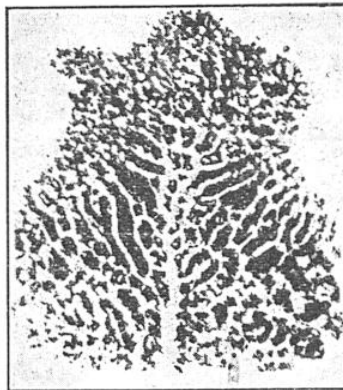


FIG. 8. — L'EMPREINTE D'UN MUFLE DE BŒUF

Le musée des animaux fournit, si on le désire, une fiche d'identité très analogue à la fiche dactyloscopique. Les sillons du derme d'un museau présentent en effet des caractères individuels aussi marqués que ceux des dessins papillaires humains.

groupe V, trois seulement. Au total, cette classification offre donc *vingt et une formes fondamentales d'empreintes*.

Mais ce n'est là qu'un premier travail de dégrossissement. Etudiant, par le méticuleux dépouillement de milliers de fiches prises au hasard, la *fréquence d'apparition* de certains caractères particulièrement frappants, MM. Sannié et Guérin ont abouti à la classification épurée que suffisent à représenter les cinq exemples de la figure 2. Le groupe I se repère par des *arcs*; le II, par des *boucles à gauche*; le III, par des *boucles à droite*; le IV, par des *volutes simples*; le V, par des *volutes doubles*.

Les *dactylogrammes individuels* (comportant les dix empreintes digitales d'un individu) présentés pour identification, sont aussitôt dirigés sur le groupe qui est le leur. Et, dans ce groupe seulement, intervient la recherche de l'individualité, grâce à une sous-classification fondée sur des facteurs secondaires très simples, — tels que, par exemple, le nombre des sillons papillaires séparant deux des accidents caractéristiques du groupe.

Si le dactylogramme est celui d'un récidiviste repéré dans le fichier, l'identification est acquise en moins d'une heure.

Le mystère biologique des caractères dactyloscopiques

La science dactyloscopique peut-elle être de quelque enseignement pour le biologiste?

Elle nous a montré déjà que les « caractères » héréditaires, conçus d'après Morgan et la théorie des chromosomes, peuvent avoir quelque relation avec les caractères dactyloscopiques; certains jumeaux en témoignent, bien que toujours partiellement.

— Les « gènes » chromosomiques ne s'occupent pas d'aussi minces détails, m'a expliqué un généticien.

— Soit. Mais pourquoi paraissent-ils s'en occuper « quelquefois », incidemment?

Là réside le mystère, l'« indétermination » de la théorie.

Certains biologistes, étudiant l'évolution des formes, ont recherché si les dessins papillaires des primates, principalement des singes anthropoïdes, n'apportaient pas quelque indication d'*ancestralité*, relativement à ceux de la main humaine. Logiquement, les dessins papillaires du singe devraient être moins complexes que ceux de l'homme, — un peu comme la « frisure » de son encéphale est plus simple que la nôtre.

Erreur! La comparaison des deux empreintes de la figure 7 montre que les dessins papillaires du chimpanzé ne le cèdent nullement, en complexité, à ceux d'un être humain. Tout de même, c'est en vain qu'on chercherait chez un dégénéré, affirme M. Guérin, une particularité des dessins papillaires.

Et ceci, tout bien réfléchi, se conçoit aisément. Les dessins papillaires étant reliés à la fonction tactile, il est de notoriété que les animaux possèdent des organes sensoriels au moins aussi affinés que ceux de l'homme.

D'ailleurs si, comme certains le pensent, le museau de certains animaux jouit d'une fonction tactile tout en abritant l'odorat, on ne peut s'étonner que les vétérinaires aient reconnu dans les empreintes d'un museau de bœuf, de cheval, de chien, des moyens d'identifier tel animal de valeur, un étalon qu'il faut protéger contre une substitution éventuelle ou contre l'exportation (fig. 8).

Et, vus de ce biais, les dessins du *derme sensible* nous conduisent au seuil de la psychologie la plus élémentaire: celle de la sensation. Et la sensation demeure bien un fait individuel — tout comme les fiches de l'identité judiciaire.

J. LABADIÉ.

Par ces temps de planisme, beaucoup de Français paraissent confondre un *plan* et un *programme*: un plan consiste dans l'énoncé d'une œuvre d'ensemble à accomplir dans un temps donné d'après une doctrine définie. Un programme consiste dans l'énoncé d'un plus ou moins grand nombre de réformes ne faisant pas pour cela partie d'un tout cohérent, mais s'imposant isolément et opportunément (en dehors de toute doctrine unitaire), à tous ceux qui, de bonne foi, reconnaissent l'utilité de leur réalisation plus ou moins immédiate. Il en est ainsi pour la réduction de la semaine de travail sans diminution de salaire, pour l'exécution de grands travaux publics d'intérêt général. Ce sont là des chapitres faisant partie d'un programme économique et social. Au contraire, une œuvre complète et cohérente à mener à bien au cours d'un plus ou moins grand nombre d'années, et cela dans tous les domaines de l'activité nationale, constitue un plan — plan quinquennal soviétique, plan autarcique naziste (quatre ans), plans fascistes.

FACULTÉS D'IMMERSION DU SOUS-MARIN MODERNE ET AVIATION DE BOMBARDEMENT

UNE fois de plus, l'avion oblige le navire à s'adapter. Devant les progrès récents de l'avion et de ses méthodes d'attaque, la rapidité de plongée du sous-marin vient de se révéler ridiculement insuffisante. Or, de tous les types de navires, le sous-marin est certainement celui qui est le moins apte, en surface, à résister à l'avion. Sa vitesse est faible, ses qualités évolutives peu développées. Son artillerie est aussi réduite en nombre qu'en puissance, et il n'existe pas, d'ailleurs, d'artillerie de D. C. A. sérieuse sur aucun sous-marin en service. On doit reconnaître qu'un croiseur de 10 000 tonnes, disposant de douze ou seize pièces de 100 mm, à grande vitesse initiale, de pareil nombre de canons automatiques de 37 mm, de deux fois plus de mitrailleuses de 13,2 mm, est un adversaire dangereux pour l'avion qui entreprendrait de s'attaquer à lui. Mais le sous-marin, armé d'un canon de 105 de faible puissance et d'un affût double de mitrailleuses, n'est guère un adversaire redoutable. Il n'a qu'une ressource : c'est de plonger dès qu'il aperçoit l'avion. Encore faut-il qu'il le fasse assez vite, et qu'il n'offre pas pendant une minute, aux coups de celui-ci, une cible en cours d'immersion, s'il ne lui faut que vingt secondes pour être détruit. C'est ce que semble avoir compris, la première, la marine anglaise, qui vient de mettre en service — si nos renseignements sont exacts — des sous-marins qui peuvent plonger en une demi-minute.

La rapidité de plongée est une qualité du sous-marin à laquelle on attachait bien peu d'importance en 1914. La plupart des marines étaient satisfaites de sous-marins qui plongeaient en quatre à cinq minutes. La marine allemande apporta la première une attention particulière à la rapidité de plongée. Elle parvint à la réduire à moins de deux minutes, et fréquemment, dans les zones estimées dangereuses, les sous-marins allemands jugeaient indispensables de la réduire encore en naviguant en « demi-plongée », c'est-à-dire en remplissant à l'avance un certain nombre de water-ballasts.

Telles quelles, ces facultés d'immersion suffisaient non seulement pour échapper aux navires de surface, mais même pour échapper aux hydravions qui commençaient à être, en 1917 et 1918, un des ennemis les plus redoutés du sous-marin et dont l'approche était beaucoup plus rapide. C'est qu'au fond, entre le torpilleur à 35 nœuds et l'hydravion à 120 km/h de la fin de la guerre, la différence de vitesse n'était pas tellement grande. S'il était découvert à 3 000 m de distance et 1 000 m d'altitude, l'hydravion à 120 km/h avait besoin de près de 90 secondes pour arriver en position de lancement, et la bombe ne touchait l'eau que 15 secondes après son lancement. Le sous-marin qui pouvait plonger en un temps de l'ordre d'une minute et demie pouvait s'échapper.

Il semble qu'on n'ait pas estimé à leur juste valeur les progrès accomplis depuis par l'aviation, à la fois en vitesse et en méthodes de lancement. L'hydravion d'aujourd'hui, si l'on s'obstine à employer l'hydravion, n'est plus l'appareil à 120 km/h de 1918. Mais l'expérience de la guerre d'Espagne nous montre que l'avion terrestre est de plus en plus employé dans les missions navales. Ce sont des avions bimoteurs de provenance russe, de 420 km/h de vitesse maximum, qui ont atteint le *Deutschland* à son mouillage des Baléares. C'est un trimoteur terrestre qui a coulé il y a quelques mois le vapeur français *Oued-Mellah* au large de Barcelone. L'adversaire du navire, c'est, aujourd'hui, le bombardier rapide à 450 km/h dont disposent toutes les aviations.

Mais la vitesse d'approche de l'avion est très supérieure à sa vitesse maximum en vol horizontal. C'est qu'en effet le bombardement en vol horizontal du navire est de plus en plus délaissé au profit du bombardement en piqué, au cours duquel l'avion réalise une vitesse beaucoup plus élevée. La marine américaine a annoncé récemment qu'elle avait obtenu, en piqué, de ses avions « d'attaque » spécialement étudiés pour ce genre de missions, des vitesses de près de 800 km/h.

Il est certain que les bimoteurs de fabrication russe employés par les gouvernementaux espagnols dans l'attaque du *Deutschland*, qui fut précisément une attaque en piqué, n'atteignaient pas de pareilles vitesses. Pour eux, les 600 km/h étaient certainement un maximum. Toutes les déclarations qui furent recueillies sur les circonstances de l'attaque signalent cependant l'arrivée foudroyante des avions. Le service de veille du croiseur allemand était à son poste ; quelques jours auparavant, l'amiral allemand, ému par les incursions d'avions espagnols autour de ses navires, avait annoncé qu'ils tireraient sur tout avion qui en approcherait. L'arrivée des avions fut si rapide que le *Deutschland* n'eut pas le temps de le faire avant d'être touché. L'avion qui pique sur un sous-marin à 550 km/h et qui est découvert à 3 000 m, parvient à 500 m en moins de 17 secondes.

Même gain sur la durée de trajet de la bombe. Quelle que soit la vitesse de l'avion qui la lance, la bombe, si elle est lâchée en vol horizontal, commence par une vitesse verticale nulle, qui s'accroît suivant les lois du mouvement accéléré exactement comme si elle était lâchée sans vitesse. La durée de chute de la bombe lâchée en vol horizontal à 500 m est de 10 secondes, à 1 000 m de 14 secondes. Au contraire, la bombe lancée en piqué part dans la direction du navire avec une vitesse égale à celle de l'avion lanceur. Lancée à 500 m du but par un avion en piqué à 550 km/h, la bombe l'atteint en 3 secondes. Entre l'instant où le sous-marin aperçoit l'avion à 3 000 m et l'instant où il reçoit la bombe, il ne s'écoule pas 20 secondes.

Une minute et demie en 1918, 20 secondes aujourd'hui, voilà un de ces progrès de l'aviation qui passent inaperçus, ou dont certains déclarent qu'ils ne changent rien au règne des marines de guerre dans leur composition actuelle.

Pas plus qu'on ne pouvait admettre que les vitesses de plongée satisfaisantes en 1918 continueraient à l'être en 1938, il ne faudrait croire que la course va s'arrêter entre le sous-marin et l'avion. L'un augmentera sa rapidité d'immersion, l'autre la rapidité de ses attaques.

L'un des moyens les plus simples pour augmenter la vitesse de plongée est de réduire le tonnage du sous-marin. On peut demander à un sous-marin de 250 tonnes de plonger beaucoup plus vite qu'un sous-marin de 1 500 tonnes. Ce n'est probablement pas dans cette intention qu'ont été établis les types de sous-marins de très faible tonnage dont l'U. R. S. S. a entrepris la construction, il y a déjà plusieurs années, sur plans allemands, puis les sous-marins de déplacement voisin construits récemment en Allemagne et enfin les sous-marins du même type dont l'Italie vient d'entreprendre la construction. Cette tendance nouvelle vise sans doute à augmenter le nombre des sous-marins, qui, pour beaucoup d'applications, présente plus d'intérêt que le déplacement unitaire. La tendance est d'ailleurs intéressante à noter, en ce qu'elle s'oppose à celle qui est généralement suivie pour les navires de surface. En tout cas, cette évolution permet des prises de plongée de plus en plus rapides. Elle peut continuer encore dans le même sens, si l'on adapte au sous-marin les Diesel très légers, genre moteurs d'automotrices ou d'avions, et mieux encore si l'on réalise le moteur unique de surface et de plongée.

Comment réagira l'avion ? En augmentant de vitesse, évidemment. C'est un genre de performance qui n'est pas près de rester stationnaire. Mais aussi, très certainement, en modifiant son armement, et remplaçant la bombe par une arme à durée de trajet plus courte et qui puisse être employée avec précision de plus loin, en l'espèce le canon automatique de petit ou moyen calibre. On vient d'assister en quelques années à l'installation sur avions de canons de 20 mm, puis de 37 mm (derniers avions d'attaque américains), là où l'on se contentait jusqu'ici de monter des mitrailleuses de 7 à 8 mm. Le calibre de 37 mm est très suffisant pour faire des avaries graves à un sous-marin.

Peut-être verrons-nous, dans un avenir prochain, des sous-marins de 250 tonnes plongeant en 10 secondes, attaqués au canon de 37 mm par un avion en piqué dont ils recevront les projectiles quelques secondes après l'avoir aperçu. XXX.

La France est un pays qui abonde en houille blanche et qui possède pas mal de houille noire. Et cependant elle a dû, en 1937, importer 9 milliards de francs d'énergie. Aussi son « stock » d'or est-il passé de 4 800 t en 1934 à 2 066 t en 1937. Nos importations par rapport à nos exportations y sont bien pour quelque chose...

L'ESSOR DE L'INDUSTRIE HOUILLERE EST LIÉ A SA RATIONALISATION ET A SA MÉCANISATION

Par Jean ARMANET

INGÉNIEUR AU CORPS DES MINES

PROFESSEUR D'EXPLOITATION DES MINES A L'ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DES MINES DE PARIS

Dans l'exploitation minière comme dans les autres branches de la technique industrielle, la valorisation de l'effort humain dépend notamment de deux principaux facteurs, d'ailleurs intimement liés : l'organisation du travail, autrement dit la rationalisation ; le perfectionnement et le développement de l'outillage, c'est-à-dire la mécanisation. En France s'est poursuivie (surtout depuis 1927) une œuvre de réorganisation des houillères, qui, toutes les fois que cela était possible, a abouti à la concentration de la production sur des chantiers à grand « front de taille » dotés d'un équipement mécanique puissant. Ceci permet d'obtenir à la fois une meilleure utilisation du personnel, une surveillance plus poussée du travail, une réduction de la main-d'œuvre « improductive » et, finalement, une augmentation générale du rendement ; simultanément une diminution du nombre des accidents. Actuellement, l'abatage mécanique est généralisé et correspond à 93 % de l'extraction, surtout obtenu avec les marteaux piqueurs (30 000 en service dans le Nord et le Pas-de-Calais) qui assurent 88 % de l'extraction du Pas-de-Calais et 99 % de celle du Nord ; le « havage » mécanique, peu adapté à l'irrégularité de la plupart des gisements français, n'assume que 6,5 % de l'extraction (très développé en Moselle). Pour la desserte du chantier, les couloirs oscillants et les convoyeurs se sont récemment multipliés (2 600 moteurs de couloirs et convoyeurs en service dans le Pas-de-Calais fin 1936 contre 1 450 en 1929). De même dans le grand roulage, les treuils électriques, les locomotives Diesel, etc. Malheureusement, les conditions géologiques des gisements français sont assez médiocres dans leur ensemble ; elles limitent les possibilités de concentration et de mécanisation et réduisent les avantages à en attendre. Les mines françaises n'en sont que plus méritantes à obtenir des résultats très honorables avec un gisement souvent ingrat dont elles ne peuvent pas se permettre de sacrifier et d'abandonner les parties les moins régulières, étant donné leur fréquence dans les ressources charbonnières malheureusement assez limitées (évaluées à 600 millions de t certains, plus 3 300 millions de t probables, plus 4 600 millions de t possibles, pour une extraction annuelle de 50 millions de t).

DEPUIS environ cinq ans, le terme *mécanisation* est devenu très à la mode dans les mines, succédant à la brève vogue du mot *rationalisation* qui cessa de plaire depuis qu'on a accusé cette rationalisation d'avoir provoqué et prolongé la crise économique de 1929-1935. En fait, mécanisation et rationalisation sont deux objectifs complémentaires constituant, dans les mines comme dans toutes les autres industries, le grand programme de l'après-guerre : c'est l'utilisation rationnelle de la main-d'œuvre, lui donnant le meilleur rendement, d'une part par l'organisation du travail assurant le maximum de prévision raisonnée et évitant les mouvements inutiles ; d'autre part, par la mise en œuvre de toutes les ressources de la technique industrielle et notamment des machines

mises au service de cette main-d'œuvre.

Bien plus, la mécanisation ne se justifie que dans le cadre de la rationalisation ; l'emploi des machines actuelles, puissantes mais chères, n'est avantageux qu'à condition de leur assurer un travail suffisamment continu et utilisant à plein leurs possibilités, qui ne soit pas entravé par des initiatives individuelles désordonnées : travail suivant un plan préétabli, où le personnel sait ce qu'il a à faire. Les machines avaient été introduites dans les mines bien avant guerre ; on connaissait depuis longtemps les couloirs oscillants, les marteaux pneumatiques, les haveuses, les locomotives, etc. ; mais on les employait à titre de curiosité pourrait-on dire, et leur usage ne se développait guère. Elles ne sont devenues intéressantes qu'à partir du moment où, vers 1927, l'organisation du

travail les a intégrées dans son rythme.

Rationalisation et mécanisation ont, d'ailleurs, entraîné avec elles la *concentration*, c'est-à-dire la production de charbon aussi massive que possible en des points isolés les uns des autres (de façon que chaque unité productive soit indépendante et non gênée par des servitudes occasionnées par ses voisines), de façon à pouvoir bénéficier au maximum des possibilités de machines puissantes utilisées à plein. Il semble même que, très souvent, la mécanisation ne soit pas, en elle-même, économique, mais que sa justi-

de l'épaisseur de la veine, de la nature et de la tenue du « toit », ondulation des couches, failles, etc.), il faut que l'exploitation se plie et s'adapte à tous ses imprévus. L'organisation du travail et la prévision doivent donc être, malgré tout, assez souples pour se prêter aux modifications rendues nécessaires, d'un jour à l'autre et d'un point à l'autre, par le terrain. C'est pour cela que, pendant si longtemps, on avait conservé dans les mines les innombrables petits chantiers à faible production individuelle qui permettaient facilement de maintenir des résultats en

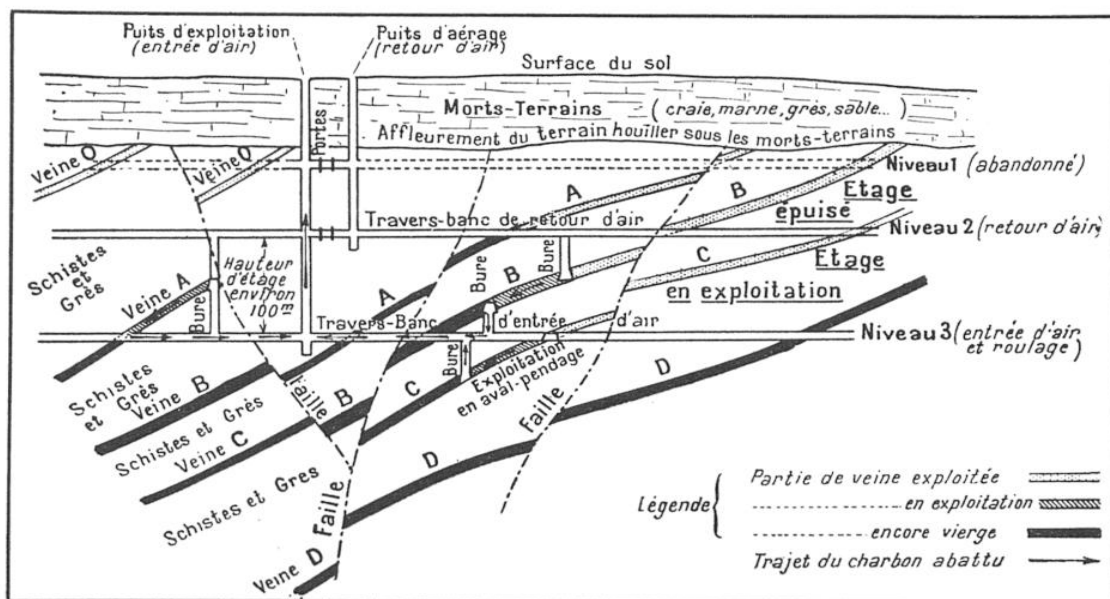


FIG. 1. — COUPE SCHÉMATIQUE D'UNE MINE EN EXPLOITATION AU DEUXIÈME ÉTAGE

fication se trouve, d'une part, dans la rationalisation poussée qu'elle oblige à faire ; d'autre part, dans l'importance de la concentration que, seule, elle permet. L'évolution actuelle aboutit donc, en somme, à la raréfaction des machines parce que, plus puissantes et mieux utilisées, il en faut moins pour la même production.

La mécanisation la plus rationnelle consiste évidemment à avoir le nombre minimum de machines et la main-d'œuvre minimum ; par exemple, dans le grand bassin houiller de la Ruhr, la mécanisation s'est manifestée par une diminution très nette du nombre des machines en service.

Dans les mines, il y a une difficulté certaine à rationaliser, mécaniser, concentrer ; c'est le facteur d'*irrégularité du gisement* auquel, dans son ensemble comme dans ses détails (variations de la dureté du charbon,

moyenne constants malgré les irrégularités du gisement. C'est pour cela que, dans les mines de France, le rendement est beaucoup moins bon en moyenne que dans les mines d'Allemagne : les gisements français sont généralement beaucoup plus irréguliers, ce qui limite la concentration et diminue les avantages de la mécanisation. Il est certain malheureusement que le travail dans les mines ne peut atteindre la régularité et la minutie d'organisation de l'usine.

L'activité essentielle d'une mine consiste à arracher le charbon du massif (*abatage*), à le conduire à la galerie de roulage (*transport au chantier*), puis à l'amener au puits (*roulage*), enfin, à le remonter au jour (*extraction*). Voici comment chacun de ces processus peut être mécanisé, d'une façon plus ou moins facile et complète, selon les conditions de l'exploitation.

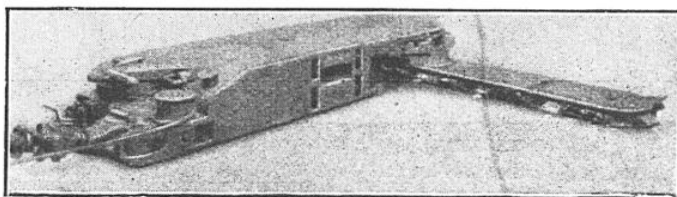


FIG. 2. — HAVEUSE A AIR COMPRIMÉ (« EICKHOFF »)

La haveuse, outil d'équipe lourd (2 tonnes) et à grande puissance (50 ch), peut être à air comprimé, mais est généralement électrique. Elle coupe le charbon à la façon d'une scie, sur une profondeur de l'ordre de 1 m 50, grâce à une chaîne munie de pics qui tourne autour d'un cadre étroit engagé dans la saignée et se hale elle-même au fur et à mesure (d'où le nom de haveuse ripante) grâce à un treuil faisant corps avec l'engin.

L'abatage mécanique du charbon accélère le travail et accroît le rendement de la main-d'œuvre

Une première méthode de mécanisation de l'abatage du charbon consiste à utiliser un outil individuel relativement léger (8 kg) et peu puissant (consommant environ 8 ch au compresseur pour l'actionner), exigeant l'emploi d'une énergie chère parce qu'à très mauvais rendement : l'air comprimé. C'est le *marteau piqueur*, muni d'une aiguille sur laquelle frappe le piston animé d'un rapide battement (1 000 coups par minute et plus). Cet outil, frère aîné du marteau riveur bien connu dans l'industrie, convient bien au charbon relativement tendre et facile à abattre ; il augmente la production du mineur qui le manie et il remplace ainsi l'antique abatage au pic sans exiger plus que ce dernier une organisation serrée du travail ; il s'adapte donc aux gisements irréguliers où la production d'un chantier n'est pas suffisante pour justifier un gros matériel. Pour ce double motif : charbon tendre et souplesse d'emploi, le marteau piqueur connaît un énorme développement dans les houillères du Centre-Ouest européen : France, Allemagne de l'Ouest, Belgique, Hollande, où environ 90 % de la production est abattue au marteau piqueur.

L'autre mode d'abatage mécanisé est le havage mécanique, suivi du tir systématique. La *haveuse* (fig. 2) peut, dans les

huit heures, haver un front d'une centaine de mètres de long, c'est-à-dire préparer plusieurs centaines de tonnes de charbon. Le charbon dégagé par cette saignée est ensuite disloqué par une série de coups de mines parallèles (par exemple un trou tous les 1 m 50), chargés chacun de quelque 200 g d'un explosif. On emploie, bien entendu, un explosif de sécurité si la mine est grisouteuse. La foration des trous de mine se fait elle-même mécaniquement au *marteau perforateur* pneumatique, qui est analogue au marteau

piqueur, mais plus lourd (12 à 15 kg), muni d'un fleuret avec taillant et possédant, outre la percussion du piston sur le fleuret, un dispositif de rotation automatique. On peut aussi forer les trous de mine au charbon à la *perforatrice rotative* (fig. 3) qui est également un outil individuel léger à foration rapide.

Havage et tir conviennent particulièrement au charbon dur et aux gisements réguliers où le sol (« mur ») présente peu de bosses gênant la haveuse et où le dessus (« toit ») est suffisamment solide pour tolérer un soutène

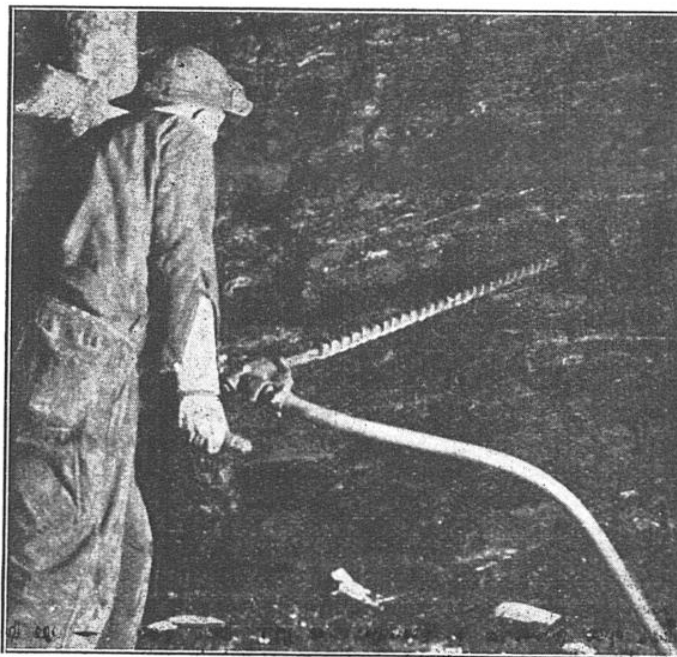


FIG. 3. — FORATION RAPIDE D'UN TROU DE MINE A LA PERFORATRICE ROTATIVE PNEUMATIQUE

La perforatrice rotative, pneumatique ou électrique, permet de forer un trou de 1 m 50 en une minute environ.

ment assez espacé pour ne pas entraver la machine. Ces conditions sont habituellement remplies en Grande-Bretagne et aux Etats-Unis où la majorité du charbon est abattue par le tir après havage électrique : le marteau piqueur y est inconnu.

Comment est organisée la mécanisation du transport au chantier

Avec les veines minces ou moyennes (0 m 60 à 2 m 50 d'ouverture), qui sont le cas

Le plus populaire des transporteurs au chantier est le *couloir oscillant* (fig. 4), qui peut débiter environ 100 t/heure de charbon, ce qui est suffisant pour la production d'une taille ; mais la longueur actionnée par un moteur est limitée à 70 ou 100 m ; dans les longues tailles, il y a plusieurs couloirs en série.

Le champ d'application du couloir oscillant est la pente faible ou modérée de la couche, ce qui est le cas habituel des mines. Lorsque la pente dépasse une vingtaine de degrés,

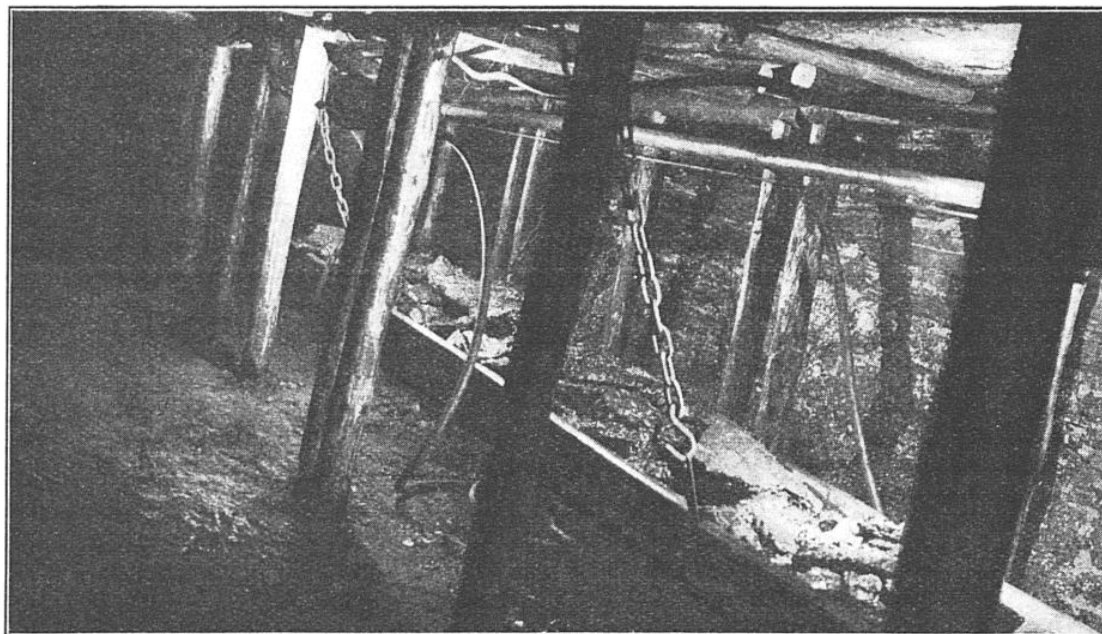


FIG. 4. — COULOIR OSCILLANT SUSPENDU EN TAILLE UTILISÉ POUR LA DESCENTE DU CHARBON SUR LES PENTES FAIBLES SOUVENT RENCONTRÉES DANS LES MINES

Un couloir oscillant est généralement constitué de tronçons de tôle de 2 m 50 de long, de section trapézoïdale, assemblés bout à bout par de robustes boulons et écrous ou par divers systèmes d'attache rapide et sans jeu, suspendus par des chaînes (comme ci-dessus) ou roulant sur des galets ou des châssis à billes posés sur la sole. Ils sont secoués d'un mouvement alternatif, à cadence d'environ 1 seconde, par un moteur soit à air comprimé (France, Belgique, Ruhr), soit électrique, développant 5 à 15 ch (c'est-à-dire, si la force du moteur est l'air comprimé, consommant 30 à 60 ch sur le compresseur au jour).

habituel de l'Europe Centre-Nord, on ne peut obtenir une forte production d'un chantier (« taille ») qu'en l'allongeant. D'où les fronts de taille actuels de 100 à 500 m de long.

On ne peut plus, évidemment, songer à envoyer à jets de pelle successifs le charbon abattu jusqu'à la galerie de base de taille où il est chargé dans les wagonnets (« berlins »), ce qu'on faisait encore il y a une dizaine d'années lorsque les tailles n'avaient qu'une dizaine de mètres de long. Actuellement, on évacue le charbon abattu par un transporteur mécanique aligné parallèlement au front de taille.

on peut se contenter de *couloirs fixes*, dans lesquels le charbon glisse tout seul, en tôle ordinaire, ou galvanisée ou émaillée (ces derniers pour les pentes se rapprochant de la limite d'emploi). Dans ce cas de fortes pentes, on peut se contenter d'installations encore plus sommaires, comme de tôles pliées à angle droit, de planches, ou même rien du tout, le charbon glissant sur le mur. Mais alors, le charbon prend une vitesse trop grande qui le brise et soulève de la poussière ; de sorte que, de plus en plus, on utilise des couloirs ralentisseurs : *descenseurs* (fig. 6).

On utilise également assez fréquemment

en taille un *convoyeur* (fig. 5). Le convoyeur de taille convient bien aux gisements à faible pente, mais ondulés (le couloir oscillant ne débiterait pas, en raison des portions montantes), également aux tailles d'aval-pendage où on veut remonter le charbon dans la galerie de tête de la taille. Une bande de 65 cm de large, marchant à 1 m ou 1 m 50 par seconde, peut débiter 100 t/heure (1).

Le transport au quartier et le roulage sont également mécanisés

Le schéma classique du « quartier » consiste en une seule taille à forte production (200 à 1 500 t/jour) dont le charbon est chargé

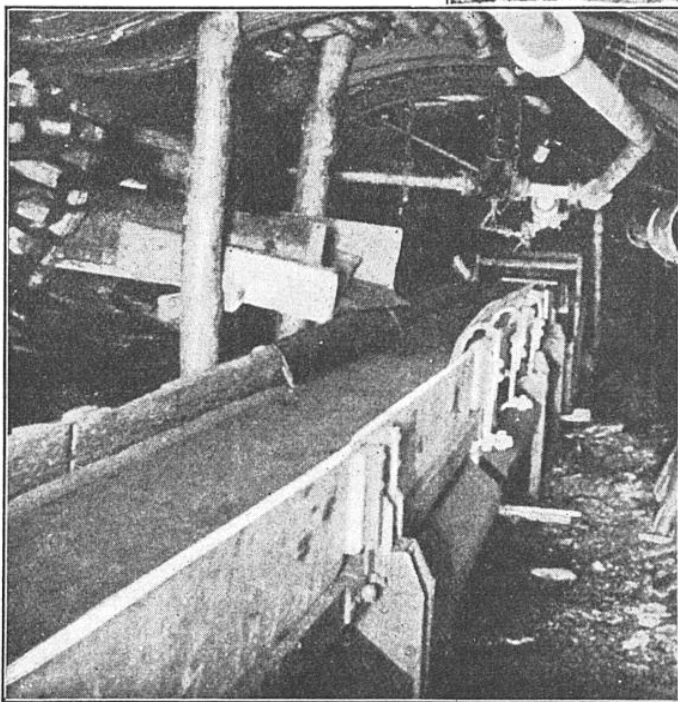


FIG. 5. — LE CONVOYEUR EN GALERIE POUR LE TRANSPORT MÉCANIQUE DU CHARBON PEUT DÉBITER 100 T/HEURE

Un « convoyeur » est constitué généralement par une bande sans fin de 65 cm de large, en tissu de coton caoutchouté, actionnée par un moteur électrique ou à air comprimé. Le brin supérieur (porteur) et le brin de retour reposent sur des rouleaux distants de 1 m 30 à 2 m 50. Le brin porteur, ici, est plat, mais encadré de rebords fixes qui facilitent le centrage du charbon, ou bien ce brin est incurvé grâce à des rouleaux en trois parties. On aperçoit : à gauche, le débouché du couloir de la taille ; en haut, la canalisation d'air comprimé et le soutènement de la galerie par chapeaux métalliques reposant sur des piliers de bois.

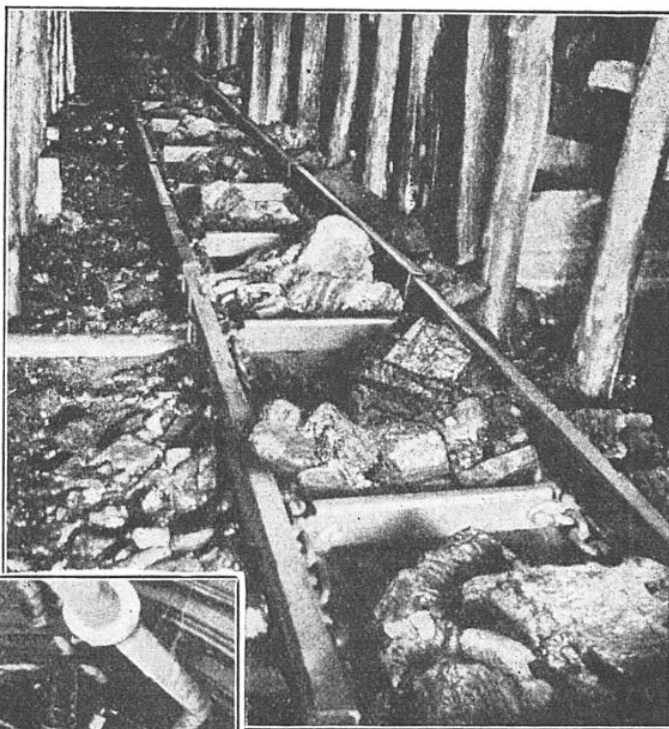


FIG. 6. — LE COULOIR RALENTISSEUR (DESCENSEUR) SERT À RÉGULARISER LE DÉBIT DE LA HOUILLE SUR LES FORTES PENTES (« EICKHOFF »)

Un « descenseur » est un couloir fixe dans lequel circule une chaîne, ou un câble (simple ou double) sans fin, munie de barres ou de disques espacés, entraînée à vitesse régulière par une tête motrice qui ralentit et régularise la descente du charbon.

en berlines au bas de la taille. Si la cote de ce bas de taille est celle des « travers-bancs » qui conduisent au puits, cette voie de taille fait partie du « grand roulage » de l'étage ; les loco-

(1) Dans quelques cas, on utilise aussi le *raclage* par des boîtes racleuses animées d'un mouvement de va-et-vient, le long du front de taille, par un treuil à deux tambours. Il suffit à l'ouvrier de pousser le charbon abattu sur le chemin des racloirs. Mais ce dispositif ne convient que pour des débits modérés et des tailles pas trop longues. De plus, il faut que le mur soit dur afin que les racloirs ne l'entament pas et ne mêlent pas du schiste au charbon. Citons, enfin, les chaînes à raclettes circulant dans des couloirs et poussant le charbon qui peut ainsi remonter une pente sur une petite longueur.

tives s'attellent aux trains de « pleines » formés dans cette galerie de taille et les conduisent directement au puits. Le roulage est ainsi simplifié au maximum.

Mais, lorsque la cote de base de taille, est distincte de celle des travers-bancs d'étage, il faut gagner cette dernière par une voie inclinée (« plan incliné ») ou verticale (« bure »). Cela conduit à des frais de roulage plus élevés puisque les berlines chargées au pied de la taille doivent être conduites au bure ou au plan incliné (roulage en galerie de taille à la main : « hers-chage », par poneys, mulets ou chevaux, ou halage par treuils, plus rarement traction par petites locomotives, selon la production de la taille et la distance de roulage d'ailleurs inférieure à 400 ou 600 m), puis descendues (cas habituel) ou remontées à l'étage par le plan incliné ou le bure, enfin roulées à l'étage jusqu'au puits. Ces multiples manipulations de berlines sont

chères ; de plus, il se peut que le plan incliné, ou le bure, limite le débit de la taille.

Aussi, de plus en plus, pour les tailles à forte production, on mécanise la desserte du quartier par des transporteurs continus allant de la base de taille au niveau de l'étage ; de sorte que le chargement en berlines se fait en un point « stationnaire » à l'étage, et celles-ci ne quittent plus le grand roulage.

Enfin, la mécanisation du roulage proprement dit ne fait qu'adapter à la mine les grands principes qui prévalent dans l'évolution des chemins de fer. Il ne faut pas oublier, en effet, que le « chemin de fer » est une invention minière, née d'abord au fond des mines, puis utilisée au jour pour le transport du charbon que tira la première locomotive.

Matériel roulant de capacité accrue : alors

qu'il y a quelques années, on se contentait, en Europe, de berlines de 500 à 900 litres de capacité, véritables coquilles de noix au regard des tailles modernes qui remplissent de telles berlines en quelque 20 secondes, on en vient peu à peu, dans les mines nouvellement créées et dans la réorganisation d'anciennes mines, à des berlines de 2 000 à 3 500 litres de capacité ; alors qu'aux Etats-Unis les mines qui emploient des chargeuses, et pelles mécaniques, utilisent des wagons (on n'ose plus dire wagonnets devant ces vastes

chariots) de 5 000 et même 7 000 kg de capacité. Bien entendu, ces berlines modernes sont plus perfectionnées que les petites berlines ; parfois, on va jusqu'à les munir de tampons et d'attelages à ressorts (et même d'attelages automatiques), de freins individuels, mais surtout on généralise l'emploi des roulements de pression à billes ou à rouleaux coniques qui, avec l'emploi de rails lourds (15 à 30 kg au

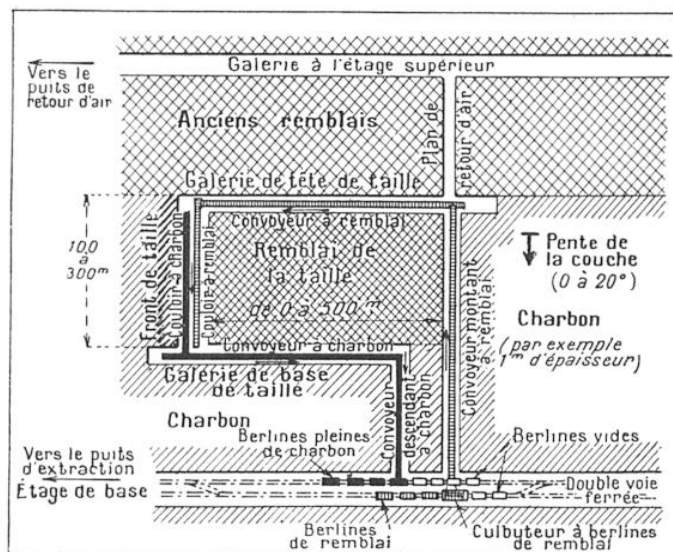


FIG. 7. — DISPOSITION SCHÉMATIQUE D'UN QUARTIER DE MINE DE CHARBON ENTIÈREMENT MÉCANISÉ

Le charbon est amené par une bande jusqu'au convoyeur descendant. Les matériaux de remblayage sont montés par un convoyeur et amenés en tête de la taille par un second convoyeur. Le remblayage est effectué à la main.

mètre courant), diminuent beaucoup l'effort de traction et permettent, avec le même tracteur, de tirer des convois plus lourds.

Pour la traction, le roi du grand roulage souterrain est la locomotive électrique à trolley (lorsqu'on le peut : question de grisou, etc.) qui tire des trains de 40 à 100 t de charbon à des vitesses allant jusqu'à 30 et 40 km/heure. Plus modestement, on emploie les locomotives à accumulateurs électriques, ou à air comprimé (réservoirs d'air comprimé à 150-200 kg/cm² portés sur la locomotive). Tout récemment, on a assisté, dans les houillères d'Europe continentale, à un énorme développement des locomotives à moteur Diesel, munies de dispositifs de sécurité vis-à-vis du grisou, qui se sont montrées très commodes. Le type clas-

sique de la locomotive minière reste, en Europe, le moteur de 15 à 50 ch capable de tirer un train de cinquante à cent petites berlines à 10 ou 35 km/heure.

Nous n'insisterons pas sur tous les détails d'organisation du roulage d'une grande mine moderne : signaux lumineux automatiques, portes d'aérage automatiques, aiguillages automatiques et à télécommande... ni sur les dispositifs de gares souterraines avec pentes automotrices, chaînes releveuses, pousseurs-avanceurs... pas plus que sur l'emploi du réseau téléphonique souterrain

de pleine marche de 15 à 25 m/s, cependant si souple et précise que le machiniste arrête la cage au centimètre près, si sûre que la machine s'arrête automatiquement et termine sa « cordée » même en cas de défaillance du machiniste. Qu'il suffise de rappeler, pour montrer combien on est loin du treuil de carrier d'autrefois, qu'il existe aux Etats-Unis des mines où il n'y a personne ni à la recette du jour, ni à la machine d'extraction ; celle-ci fonctionne de manière entièrement automatique sans contrôle humain (il n'y a, du reste, pas de cage conte-

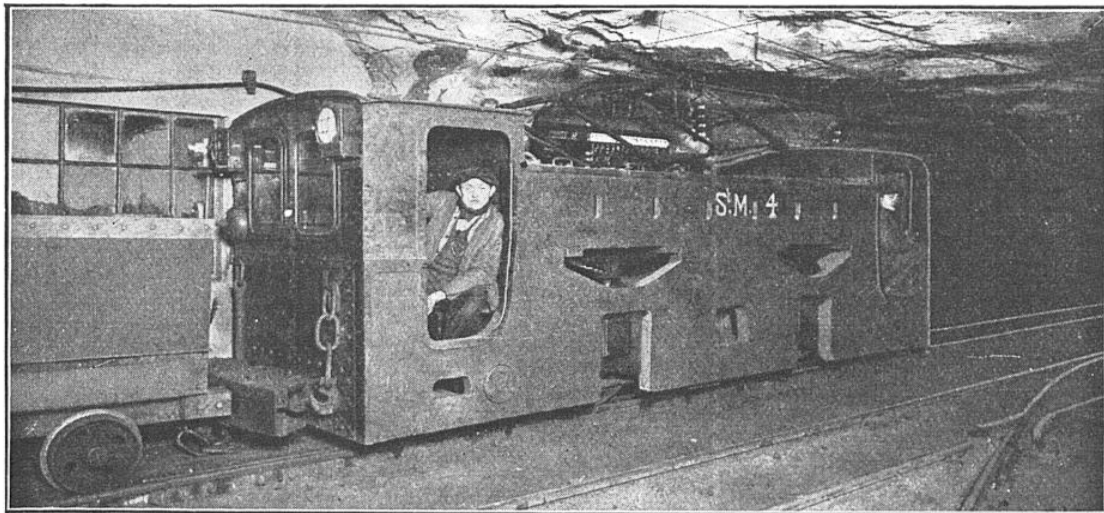


FIG. 8. — LOCOMOTIVE ÉLECTRIQUE A TROLLEY DE 140 CH, PESANT 17 TONNES, PERMETTANT DE REMORQUER DANS LES GALERIES DE MINES DES TRAINS CONTENANT DE 40 A 100 TONNES DE CHARBON A DES VITESSES ATTEIGNANT 30 ET MÊME 40 KM/H (« SOCIÉTÉ ALSACIENNE »)

qui permet de régler le roulage au mieux des besoins instantanés des quartiers.

Voici enfin la mécanisation générale de l'extraction de la houille

Je ne ferai que mentionner l'automatisation des recettes du puits où, au fond, un système d'encageurs, d'écluseurs, de barrières automatiques, de freins, etc., permet — avec l'aide d'un ou deux ouvriers — d'encager les berlines pleines et de décager les vides, alors qu'on fait l'inverse au jour, et ceci à la cadence accélérée nécessitée par les fortes extractions actuelles (jusqu'à 10 000 t/jour sorties de 600 m de profondeur par un seul puits, possédant, il est vrai, quatre cages et deux machines d'extraction). La machine d'extraction est habituellement électrique, d'une puissance de 1 000 à 3 000 ch, permettant une vitesse

nant les berlines, mais un « skip », poche métallique contenant une dizaine de tonnes, remplie au fond par culbutage des berlines et vidée au jour par ouverture automatique du fond de cette poche).

En somme, la mécanisation de l'extraction est peut-être ce qu'il y a de plus facile à réaliser dans une mine.

Pour être complet, il me faut encore citer la mécanisation type Etats-Unis où les grandes berlines sont amenées au chantier par locomotives et chargées par des pelles et chargeuses mécaniques supprimant ainsi tout pelletage humain. Mais l'organisation des chantiers, adaptée à ce mode de travail, est très différente de ce qu'elle est en Europe (petits chantiers parallèles groupés en panneaux), et il faut que le gisement s'y prête : couche assez épaisse, très régulière, peu de pente, toit excellent ne

nécessitant pratiquement aucun boisage (1).

Comme ordres de grandeur, citons les quelques chiffres suivants : il est normal que, dans une mine, 60 % du personnel du fond soit occupé en taille, dont la moitié est utilisée à l'abatage du charbon : 20 % au roulage ; le reste, aux travaux divers : entretien, réparations de galeries, creusement des travers-bancs, etc. Le rendement

le plus souvent, il est chargé de pelleter le charbon dans le couloir oscillant). Rendement taille : 3 à 6 t à l'homme. Rendement fond : 1 500 à 3 000 kg par ouvrier. Consommation d'air comprimé à 5-7 kg : 100 à 250 m³ d'air aspiré aux compresseurs par tonne extraite, ce qui, pour une mine de 5 000 t/jour, exige environ une puissance de 10 000 ch pour les compresseurs.

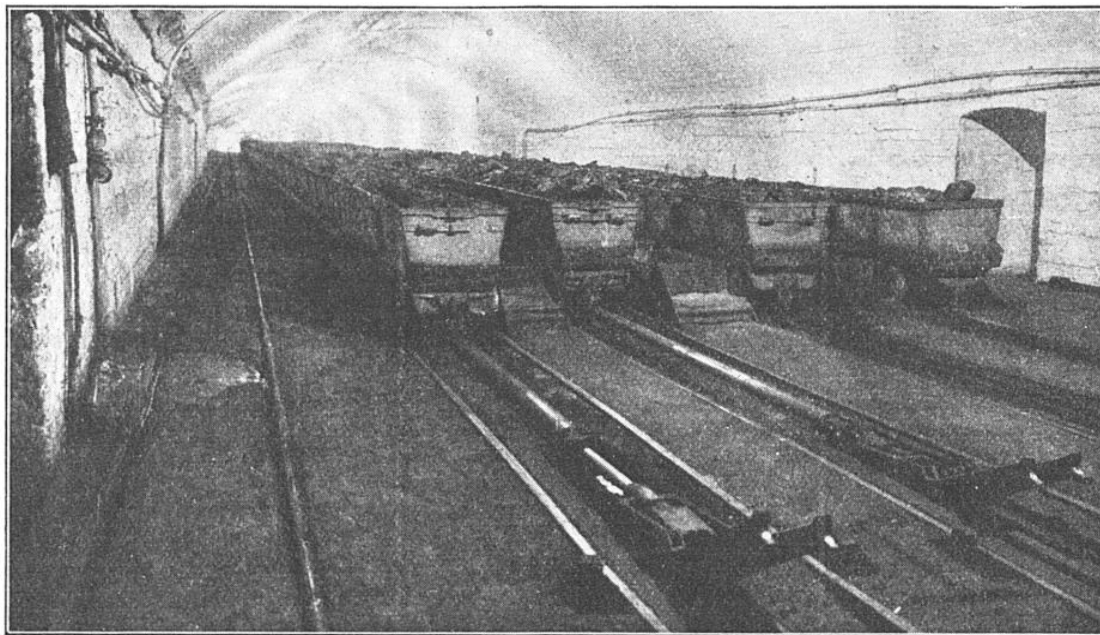


FIG. 9. — LA « RECETTE » DU FOND DE LA MINE VELSEN (SARRE)

La « recette » est l'endroit où se prépare l'« encagement » des berlines pleines, qui doivent être remontées au jour, et où s'exécute le « décagement » des berlines vides. On voit, au premier plan, les poussoirs-encageurs qui refoulent les berlines pleines dans les cages d'extraction.

de l'abatage est de 5 à 20 t à l'homme, suivant les circonstances du gisement et le mode de travail (dans certaines mines, le piqueur se contente d'abattre le charbon ; ailleurs, il fait aussi le boisage normal ;

(1) Il faudrait aussi parler de la mécanisation du remblayage ; remblai amené en tête de taille par convoyeurs dans le cas de quartier mécanisé, transporté le long du front par couloir oscillant, etc. ; parfois, mise en place mécanique du remblai par remblayeuse-projeteuse à courroie, à disque, à canon pneumatique, par racloirs-pousseurs ; parfois, transport et mise en place pneumatique ou hydraulique du remblai qui circule à grande vitesse dans un tuyau de 150 à 200 mm de diamètre, entraîné par de l'air ou de l'eau : on réalise ainsi des distances de transport de l'ordre de 500 à 3 000 m et des débits de 50 à 200 m³ de remblais mis en place par heure.

Telle est, brièvement esquissée, la tendance moderne dans les grands charbonnages, qui deviennent ainsi de véritables usines où le travail est minutieusement organisé pour autant que le permet la nature, maîtresse de la plus ou moins grande régularité des gisements et origine des mouvements et des pressions de terrains qui peuvent s'opposer à une mécanisation et à une prévision trop poussées. C'est précisément cette dualité de la technique et du gisement qui confère à l'exploitation des mines son caractère si particulier et en fait un métier si passionnant.

JEAN ARMANET.



PRENONS L'ÉCOUTE

CRISE DE SURNATALITÉ EN POLOGNE ET INCIDENCE ÉCONOMIQUE

Sous le titre : *Le drame d'un pays surpeuplé*, M. de Beauplan vient de montrer le grand effort accompli par la Pologne au cours de ces vingt dernières années pour se « hausser au niveau d'une grande nation moderne » (1). La création du port de Gdynia (maintenant le premier port de la Baltique), la construction de 2 000 km de voies ferrées et de 20 000 km de réseau routier le démontrent surabondamment. Mais la Pologne, avec ses 34 millions d'habitants, voit sa population s'accroître chaque année de quelque 400 000 individus. Cette population est rurale pour 60 % et beaucoup trop dense pour une surface de territoire de 388 600 km². Si on admet que, pour 100 hectares de terres cultivables, il faut au maximum une trentaine d'ouvriers agricoles, cette proportion atteint en Pologne presque la cinquantaine (48 exactement). En France, elle n'est que de 23 ; en Belgique, de 33 ; en Hollande, de 27 ; en Allemagne, elle oscille autour de 30 ; en Italie, elle atteint 44, alors qu'au Danemark, elle n'est que de 15. Si on table sur une masse d'environ 20 millions de paysans polonais, on admet, d'après les chiffres précédents concernant les autres nations d'Europe, qu'il y a près de 10 millions d'individus qui devraient, pour pouvoir vivre convenablement, chercher leur existence en dehors des professions agricoles. De là, la pauvreté constatée actuellement en Pologne, où les travailleurs de la terre touchent de maigres salaires variant de 35 francs à 120 francs au maximum *par semaine*. C'est du moins ce qui correspond à l'équivalence au change ; en réalité, le zloty, qui vaut théoriquement 5 f 60, représente un pouvoir d'achat intérieur ne dépassant pas de beaucoup 3 de nos francs... Aussi n'y a-t-il pas lieu de s'étonner qu'un citoyen polonais consomme 8 fois *plus* de pommes de terre qu'un citoyen britannique, mais, par contre, 5 fois *moins* de sucre. Comme nous avons souvent répété ici que l'industrie d'une nation dépend de la prospérité de son agriculture, on ne doit donc pas être surpris de constater une sous-production des usines polonaises qui s'accroît de plus en plus (en 1928, 842 000 ouvriers employés ; en 1936, 642 000 seulement ; les heures de travail sont simultanément passées à 1 117 200 000 contre 1 610 000 000 en 1928). Aussi le nombre des chômeurs a presque quadruplé pendant la même période et l'indice général des salaires s'est abaissé de 100 (indice de base en 1929) à 53 en 1936. Pour ces différentes raisons et surtout comme résultante de la situation démographique de la Pologne, celle-ci se préoccupe sérieusement du problème relatif aux territoires de peuplement au même titre que l'Allemagne. Certaines notabilités polonaises n'hésitent pas, par suite, à revendiquer même une extension de frontière vers la Tchécoslovaquie et l'U. R. S. S. (frontière de 1772, par exemple). C'est une menace pour l'Ukraine notamment... Mais heureusement qu'une telle politique rencontre encore actuellement peu de

(1) La question agraire et la vie polonaise, dominée par la surproduction rurale, ont fait l'objet d'une étude toute récente et fort bien documentée de M. J. Ancel, au Centre d'Etudes de Politique étrangère ; elle dénonce la crise profonde actuelle et le mouvement paysan qui doit retenir toute notre attention.

partisans ! Ce que le gouvernement de Varsovie voudrait par contre organiser, c'est l'émigration vers des domaines d'outre-mer ainsi qu'il en a déjà été question devant la S. D. N. Mais tout cela relève de projets assez vagues conçus par des théoriciens. Pratiquement, on ne voit pas encore comment la Pologne — où la misère est intense dans les classes laborieuses — pourra remédier aux conséquences de sa « surnatalité ». Nous avons maintes fois exposé comment ces conséquences avaient entraîné, au cours des événements historiques, de la part de pays surpeuplés et relativement pauvres, des « mouvements » de peuples qui ont engendré des remaniements plus ou moins vastes des territoires d'autres nations. Si la Pologne souffre actuellement d'avoir le taux d'accroissement du nombre de ses habitants le plus élevé d'Europe, par contre, la France, qui — au dernier recensement (publié en 1938) — n'atteint pas 42 millions d'habitants (y compris environ 3 millions d'étrangers), redoute à juste titre de ne pouvoir surmonter sa « crise » continue de dénatalité.

LES EXPORTATIONS ALLEMANDES ET ITALIENNES EN MATÉRIELS AÉRONAUTIQUES

Dans les publications techniques étrangères, on peut relever périodiquement les principales commandes passées par les différents pays aux constructeurs aéronautiques des grandes puissances aériennes. Ce sont actuellement les industries allemande et italienne qui en obtiennent le plus. Quant à l'Angleterre, nous avons expliqué pourquoi (1), malgré la perfection de ses fabrications, elle s'était désintéressée jusqu'ici des marchés étrangers. Au cours de 1937, voici donc les nations qui ont confié, à l'Allemagne et à l'Italie, l'équipement soit de leurs forces aériennes (militaires et navales), soit de leurs lignes commerciales aériennes : l'Argentine vient d'acquérir 3 appareils *Junkers-52* (trimoteurs) ; le Chili, pour renouveler actuellement son matériel militaire, a commandé à l'Italie 65 *Breda* (chasse), 9 *Nardi-305* (entraînement et écoles) et à l'Allemagne 12 avions de bombardement *Junkers (J-86* bimoteurs) ; l'Uruguay, pour sa première ligne de transports aériens, vient de décider l'achat de 2 *Junkers-52* (trimoteurs). Toujours dans l'Amérique du Sud, voici le Brésil qui vient de commander des *Focke-Wulf* pour ses centres d'entraînement et son aviation de chasse. Le Pérou est déjà en pourparlers avec l'Italie en vue de lui confier l'équipement de ses forces aériennes ; il a envoyé au centre de Caserte une trentaine d'officiers pour suivre les cours de l'Académie aéronautique. Le gouvernement fasciste a, en outre, autorisé l'envoi d'une mission d'instructeurs italiens au Pérou. La Bolivie (Compagnie *Lloyd Aero Boliviano*) a équipé son réseau aérien rien qu'avec des *Junkers*. Passons en Chine : l'aviation militaire y est en plein développement. Non seulement elle est approvisionnée en matériel pour les besoins de la guerre actuelle par l'U. R. S. S., mais elle s'est aussi adressée aux constructeurs italiens et les essais d'appareils du dernier type sont en cours. La Roumanie possédera bientôt 30 *Nardi* (biplaces d'entraînement pour la chasse), 7 *Savoia-573* (transports commerciaux), qui sont destinés à exploiter la ligne Bucarest-Rome (en « pool », sans doute, avec la compagnie italienne). La Belgique s'est entendue, depuis longtemps déjà, avec l'Italie, pour acquérir la licence de l'excellent trimoteur *Savoia-573*, qui doit être mis en service notamment sur la ligne du Congo. Plusieurs de ces appareils sont en construction, depuis 1937, dans les ateliers belges. La Yougoslavie est aussi l'une des meilleures clientes de l'Allemagne, notamment pour ses avions bombardiers (*Do-17* équipés de moteurs « G. R. N-14 » français). Ces appareils ont été récemment essayés avec plein succès sur le parcours Allemagne-Italie à 420 km/h de moyenne ! L'Afghanistan s'est décidé tout dernièrement à acheter à l'Italie 16 avions *Romeo-37* (reconnaissance) et 6 *Breda* (dont 3 pour l'entraînement et 3 pour le centre d'acrobatie aérienne).

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 249, page 210.

Si l'Allemagne est considérée à juste titre comme l'une des premières nations industrielles du monde et a toujours été l'une des mieux placées pour fournir les autres pays, soit en matériels divers, soit en produits de transformation, il faut remarquer, par contre, que l'Italie n'est pas aussi favorisée, et cependant elle a conquis récemment une place enviable dans la production industrielle en général et la construction aéronautique en particulier. Elle est, ne l'oublions pas, dépourvue de la plupart des matières premières indispensables à la grosse industrie, mais ses fabrications sont parfaitement au point, son outillage très perfectionné (bien que moins abondant que dans les autres nations industrielles) et son personnel (techniciens et ouvriers) parfaitement entraîné, d'où rendement et rapidité d'exécution.

LES TAXES SUR L'INDUSTRIE PÉTROLIÈRE AUX ÉTATS-UNIS

Le président de l'*American Petroleum Institute* a affirmé récemment qu'aux États-Unis notamment, le pétrole revenait, à la production, à un prix particulièrement bas actuellement (1937), et qu'en conséquence, au cours de l'année 1938, les industries pétrolières se développeraient plus encore. Par contre, il signale la tendance, de plus en plus accentuée, des gouvernements à taxer d'une façon exagérée le naphte et ses dérivés. Ainsi, en Amérique du Nord, les « pétroliers » versent aujourd'hui au gouvernement fédéral de l'U. S. A. à peu près la même somme en impôts que celle qu'ils payent aux ouvriers en salaires (près de 1 200 millions de dollars contre 1 379 millions de dollars). De plus, cette somme représente environ quatre fois le montant des dividendes que touchent les actionnaires. Au fur et à mesure que la mise en application de la politique économique du président des États-Unis accroît les dépenses budgétaires, il va de soi que — là comme ailleurs — il faut trouver des recettes correspondantes pour parvenir — si possible — à équilibrer le budget. Les carburants jouissent de ce privilège, dans tous les pays, d'être particulièrement désignés pour contribuer à accroître les ressources fiscales, et cela parce que la masse des produits consommés constitue une excellente base d'impôt indirect, et aussi parce que le contrôle est relativement aisé d'où une perception à peu près exempte de fraude.

LA POLITIQUE ALLEMANDE DU PÉTROLE DANS L'AMÉRIQUE DU SUD ET EN AMÉRIQUE CENTRALE

Le gouvernement allemand ne porte pas exclusivement son effort sur la production, à l'intérieur même du pays, de matières indispensables à son économie industrielle. C'est ainsi que, parallèlement à la politique des carburants de synthèse, il cherche actuellement à se procurer à l'étranger (1) des ressources naturelles en combustibles liquides. C'est surtout du côté de l'Amérique du Sud qu'il a orienté son activité, en vue d'arriver à des accords commerciaux pour s'assurer le précieux naphte. En traitant avec la Colombie, le Mexique, l'Équateur (Amérique Centrale), tous pays plus ou moins riches en gisements pétrolifères, il espère obtenir ainsi, directement ou par personnes interposées, des concessions importantes et de longue durée dans les régions pétrolières. En ce qui concerne plus particulièrement la Colombie, la production du pétrole s'est, en effet, accrue, en dix ans, de 2 millions de t environ, soit un peu plus de quatre fois ce qu'elle extrayait de son sous-sol en 1926. De nombreuses concessions actuellement exploitées appartiennent aux trusts américains. Par contre, de vastes champs riches en naphte, s'étendant dans une région de près de 100 000 km², pourraient être concédés à des compagnies allemandes. C'est là, précisément, que l'activité de l'Allemagne se manifeste aujourd'hui. Déjà, elle s'est assurée, de la part de la Colombie, une

(1) A ce propos, rappelons que si l'Allemagne parvenait un jour à s'approvisionner en pétrole naturel — même en temps de guerre — chez la Roumanie, celle-ci serait capable de satisfaire à elle seule aux besoins en naphte du Reich et de l'Italie réunis. (Voir également page 285.)

fourniture annuelle de pétrole brut payable en marchandises. Le crédit ainsi consenti atteindrait, dit-on, près de 50 millions de nos francs.

Quant au Mexique, on sait aussi l'importance de sa production en hydrocarbures, qui représente actuellement plus de 7 millions de t. Grâce au concours du Reich, cette production serait, dit-on, encore augmentée dans les années à venir si les accords en préparation aboutissent pour l'obtention de fournitures régulières (établies à l'avance quant à leur importance) de pétrole mexicain à livrer au Reich dès 1938.

Enfin, dans l'Amérique Centrale, — jusqu'ici peu exploitée au point de vue de ses richesses pétrolières, — il se pourrait que des concessions, là aussi, fussent consenties aux Allemands, en vue de leur prospection et de leur exploitation pour une longue durée. Un groupement britannique s'est formé, dit-on, en Amérique Centrale, pour ne pas laisser s'établir en maîtres les Allemands dans un pays qui peut, lui aussi, fournir un jour du naphte en abondance, ce qui intéresserait particulièrement les « pétroliers » britanniques.

ACIERS SPÉCIAUX ET SOUDURE ÉLECTRIQUE ONT ACCRU CONSIDÉRABLEMENT LA RÉSISTANCE DES NAVIRES

Récemment un torpilleur britannique a heurté une mine sur les côtes espagnoles. Malgré son déplacement très faible de 1 400 tonnes, il n'a pas coulé. On a pu le ramener au port où l'on a constaté qu'il avait embarqué 900 tonnes d'eau. La presse technique britannique a prêté grande attention à cette performance. Elle n'a pas manqué d'en faire honneur à la qualité de la construction navale de nos amis d'outre-Manche. Mais elle a exposé en même temps le détail des progrès techniques qui permettent d'obtenir aujourd'hui des résultats de ce genre, auxquels on n'aurait pu songer avec les méthodes de construction et les matériaux employés il y a une vingtaine d'années. A l'époque, on considérait comme remarquable la résistance d'un cuirassé de 23 000 tonnes comme le *Jean-Bart*, rentrant de l'Adriatique à Malte après avoir reçu une torpille dans sa charpente avant.

On possède une longue expérience de l'effet des mines sur les petits bâtiments. En Baltique, notamment, au cours de la guerre de 1914, la marine russe fit un emploi très développé de ce genre d'obstructions. La mer Baltique, avec ses fonds très faibles, se prêtait particulièrement bien à l'emploi de la mine, et cet engin a toujours été en honneur dans la marine russe. Des escadrilles de torpilleurs allemands, qui venaient appuyer dans le golfe de Riga les opérations de l'armée de terre, laissèrent presque tous leurs bâtiments sur les champs de mines russes. L'expérience récente de la marine britannique est donc pleine d'enseignements.

Deux causes ont été données pour expliquer ce résultat remarquable : l'emploi d'aciers spéciaux à haute résistance, l'assemblage par soudure électrique.

On sait que la charpente des navires de guerre, comme celle des navires de commerce, a longtemps été faite avec un acier demi-dur, dit « à 50 kg », et qui, en fait, donnait une résistance à la rupture de 55 kg par mm². Cet acier est d'ailleurs couramment employé encore pour l'ensemble de la charpente, et la plupart des marines se bornent à faire en acier spécial plus résistant le bordé des fonds et les ponts supérieurs, qui sont les éléments qui fatiguent le plus dans le travail du navire à la flexion longitudinale, lorsqu'il navigue par mer agitée. La résistance à l'explosion des mines et torpilles oblige à étendre, sur les navires de guerre, l'emploi de l'acier spécial à l'ensemble de la charpente, notamment aux grandes cloisons transversales qui, sur les petits navires, sont le seul obstacle à l'envahissement de l'eau. Si l'on en croit les constructeurs anglais, c'est bien ce qui aurait été fait, et l'acier spécial donnant 70 kg/mm² expliquerait la résistance remarquable du cloisonnement du torpilleur avarié.

La soudure électrique a été admise progressivement, au cours des vingt dernières années, en remplacement du rivetage employé pour l'assemblage des char-

pentés de navires en tôles et profilés. On y a vu d'abord une source d'économie de poids. Elle permettait de supprimer les recouvrements de tôles, les couvre-joints, les cornières d'assemblage des tôles entre elles, la face d'appui des profilés contre les tôles, etc. A l'usage, on s'est aperçu que les charpentes ainsi établies, non seulement résistaient aussi bien que les charpentes anciennes, malgré la suppression de ces éléments superflus, mais encore qu'elles toléraient sans perte d'étanchéité des déformations beaucoup plus grandes que les constructions rivées. Dans ces dernières, même si la construction résiste, les rivets sautent au cours de la déformation, les joints fuient, et des rentrées d'eau prennent naissance qu'il est impossible d'étancher par les pompes. La construction soudée subit au contraire des déformations qui correspondent à un écrasement complet de la charpente, sans traces de fuites. Le fait a été maintes fois observé au cours de collisions de navires dont une partie de la charpente était soudée. C'est lui qui explique l'intérêt spécial marqué pour les constructions soudées à bord des pétroliers, et la construction récente de chalands pétroliers, puis de pétroliers de haute mer entièrement soudés. On élimine ainsi les pertes de pétrole à travers les joints, particulièrement difficiles à étancher pour ce liquide, et les longues immobilisations périodiques de ces navires pour la reprise de l'étanchéité des joints après les traversées où la charpente marque quelques traces de fatigue. L'emploi de la soudure sur les navires de guerre, en particulier pour la construction des grandes cloisons étanches, est donc un élément important de résistance du navire aux explosions sous-marines. Il aurait été particulièrement apprécié au cours de l'accident évoqué plus haut.

La charpente du navire de guerre tend donc à se transformer complètement. La soudure électrique se généralise à tous les éléments de la charpente. L'acier à haute résistance — et plus précisément un acier comportant des additions de métaux spéciaux étudiés en vue de concilier au mieux les exigences de la résistance et de la « soudabilité », très supérieur aux simples aciers durs au carbone dont les soudures sont fragiles — chasse de plus en plus l'acier ordinaire de ses derniers emplois. C'est l'aspect naval de cette évolution générale vers la production de qualité dans toutes les branches de la construction mécanique, qui refuse de plus en plus à la métallurgie les produits ordinaires.

COMBIEN CHAQUE NATION FOURNIT-ELLE DES MATIÈRES PREMIÈRES DU MONDE ?

Voici des chiffres qui présentent un intérêt d'actualité au point de vue économique. En ce qui concerne les principales matières premières fournies par différentes nations (1), voici comment elles se répartissent : *Houille* : 44 % fournies par les Etats-Unis, 20 % par la Grande-Bretagne, 13 % par l'Allemagne, 4 % par la France, 3,5 % par la Pologne, 2,5 % par l'U. R. S. S., 2,5 % par le Japon, 2 % par la Belgique, 1 % par la Tchécoslovaquie, et le reste par des pays divers en minimes quantités. — *Fer* : 27 % par la France, 21 % par les Etats-Unis, 18 % par l'U.R.S.S., 9 % par la Grande-Bretagne, 4,5 % par la Suède, 4 % par l'Allemagne, 3 % par le Luxembourg, 2 % par l'Espagne, 1 % par la Chine. — *Cuivre* : 20 % par le Chili, 16 % par les Etats-Unis, 13 % par le Canada, 12 % par la Rhodésie du Nord (Afrique), 9 % par la Belgique, 5 % par le Japon, 3,5 % par l'U. R. S. S., 3,5 % par la Yougoslavie, 2 % par l'Espagne, 2 % par l'Allemagne, 2 % par le Pérou, 2 % par la Pologne, etc. — *Plomb* : 37 % par l'Angleterre et son empire, 25 % par les Etats-Unis, 6,5 % par l'Espagne, 2 % par la France et son empire, 1,5 % par l'Italie, 1 % par l'U. R. S. S., etc. — *Zinc* : 32 % par les Etats-Unis, 27 % par l'Angleterre et son empire, 9 % par l'Allemagne, 5 % par la Pologne, 4 % par l'Italie,

(1) Les pays les plus peuplés (*densité*) du globe sont la Belgique, 296 habitants par km² ; la Grande-Bretagne (Angleterre et Pays de Galles), 263 ; Pays-Bas, 253 ; Japon, 177 ; Allemagne, 139 ; Italie, 136 ; Chine, 115 ; Tchécoslovaquie, 104 ; Suisse, 98 ; Hongrie, 93 ; Pologne, 85 ; Danemark, 84 ; Autriche, 80 ; France, 75.

3 % par l'Espagne, 1 % par la France et son empire, etc. — *Etain* : 49 % par l'Angleterre et son empire, 17 % par les colonies hollandaises, etc. — *Nickel* : 88 % par l'Angleterre et son empire, 9 % par la France et son empire, etc. — *Naphte* : 60 % par les Etats-Unis, 12 % par l'U. R. S. S., 10 % par le Venezuela, 4 % par la Roumanie, 3 % par l'Irak, 3 % par la Hollande, 3 % par le Mexique, 1,5 % par l'Irak, 1 % par la Colombie, 1 % par l'Argentine, etc. — *Coton* : 49 % par les Etats-Unis, 16 % par l'Inde, 10 % par la Chine, 7 % par l'U. R. S. S., 7 % par l'Egypte, 5 % par le Brésil, 1 % par le Mexique, 1 % par le Pérou, etc. — *Laine* : 48 % par l'Angleterre et son empire, 12 % par les Etats-Unis, 6 % par l'U. R. S. S., 4 % par la France et son empire, etc. — *Soie* : 83 % par le Japon, 3 % par l'U. R. S. S., etc. — *Caoutchouc* : 48 % par l'Angleterre (Malaisie), 37 % par les colonies hollandaises, 5 % par la France et son empire (Indochine). — On pourrait dresser également la liste pour d'autres produits naturels moins importants mais si utiles à l'économie, tels que : soufre et sulfures, métaux autres que les précédents (aluminium, chrome, molybdène, etc.), les corps gras (huile d'olive, de palme, etc.), et tant d'autres qui, pour être moins consommés (en poids), n'en sont pas moins essentiels pour certaines applications industrielles ou alimentaires. Ainsi des éléments comme le magnésium, le mercure, bien qu'employés en quantités relativement minimes par rapport aux autres métaux blancs (tels que l'aluminium, par exemple), n'en sont pas moins indispensables pour certaines fabrications (munitions de guerre entre autres). Pour d'autres produits minéraux ou organiques peu répandus dans le monde, les pays qui les possèdent jouissent ainsi, en quelque sorte, d'un monopole de fait.

LES ROUTES MARITIMES DU PÉTROLE ET LEUR IMPORTANCE STRATÉGIQUE

Nous avons montré antérieurement (1) l'importance des flottes de « tankers » pour le transport maritime du pétrole, au fur et à mesure que l'évolution de l'économie industrielle a assigné au naphte une importance prépondérante. Pour la Grande-Bretagne, la France, les Etats-Unis d'Amérique, il est devenu, par suite, indispensable de contrôler les routes maritimes qui conduisent des régions pétrolifères aux pays consommateurs. Au point de vue de l'Europe occidentale, on peut classer les régions productrices de naphte en trois groupes : a) Etats-Unis, Venezuela, Mexique, Colombie, Trinité, qui acheminent leur pétrole par l'Atlantique ; b) U. R. S. S. (Caucase), Irak (Mossoul), Roumanie, qui empruntent les routes méditerranéennes ; c) Iran (groupe Anglo-Iranian, anciennement Anglo-Persian), îles de la Sonde, Bornéo (G.-B.), qui expédient leur naphte à travers les océans Indien et Pacifique pour gagner la Méditerranée par la mer Rouge. M. S. Beracha — dans une série d'études qu'il consacre au rôle stratégique (2) des matières premières dans le monde, au point de vue des approvisionnements des grandes puissances militaires — a rappelé notamment l'importance des importations respectives des produits pétroliers pour l'Angleterre, la France, l'Allemagne, l'Italie, en indiquant le tonnage global importé pour chacune d'elles et en spécifiant le pourcentage de pétrole acheminé par la mer Noire vers la Méditerranée, le pourcentage passant par le canal de Suez, celui en provenance des Etats-Unis, enfin celui venant des régions pétrolifères de l'Amérique du Sud et de l'Amérique Centrale. On peut en déduire que les deux groupes asiatique et eurasiatique (groupes b et c) représentent environ 37 % de la production mondiale de pétrole, dont le transport dépend du passage par la Méditerranée. En 1936, pour s'approvisionner en naphte, les nations européennes ont reçu la moitié de ces approvisionnements par cette voie (U. R. S. S. exceptée). Or, en 1929, cette voie maritime n'était utilisée que pour les deux cinquièmes seulement de l'approvisionnement européen, au lieu de la moitié, en 1936, et, depuis lors, cette tendance a dû encore s'accroître. On voit donc

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 247, page 47. — (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 234, page 486.

que la liberté de navigation en Méditerranée est d'une importance stratégique capitale pour les transports pétrolifères s'acheminant vers l'Europe, en dehors du contrôle anglo-américain de l'océan Atlantique. Actuellement, ainsi que nous l'avons déjà signalé (1), les courants d'approvisionnement en pétrole se sont sensiblement modifiés pour des raisons économiques et financières. La France, comme la Grande-Bretagne, a en effet intérêt à acheter la production pétrolière contrôlée par des capitaux *européens* et à réduire d'autant ses commandes aux Américains. Maintenant que les gisements de Mossoul (Irak) fournissent le précieux liquide par pipe-line jusqu'aux ports d'embarquement méditerranéens de Tripoli de Syrie (F.) et de Jaffa (G.-B.), la situation a changé aux dépens des Etats-Unis. Si Suez et Gibraltar restent libres pour la navigation marchande, les trusts anglais, qui contrôlent 20 % au moins de la production du pétrole dans le monde, auront de moins en moins recours aux fournisseurs américains, même en tenant compte de leur liaison plus sûre avec l'Europe, grâce à l'océan Atlantique où la flotte britannique assurera la liberté des mers. C'est ce qui résulte du moins de l'examen des importations pétrolières comparées pour les principales nations importatrices (en 1936) : Angleterre, France, Allemagne, Italie. Notamment pour notre pays, c'est une condition essentielle, puisque, actuellement, sur 7,5 millions de t (à peu près) de pétrole importé, il en passe plus de 55 % par la Méditerranée en provenance de la mer Noire et 2,5 par le canal de Suez (2.) Quant au Reich, 33 % environ du naphte qu'il consomme passe aussi par le bassin méditerranéen. Il en est de même pour l'Italie, qui s'approvisionne aussi en passant par la Méditerranée pour plus de 65 % du naphte qu'elle utilise. Ces deux dernières nations sont donc obligées d'emprunter, comme unique voie *maritime*, la mer Méditerranée. Il est vrai qu'au point de vue des approvisionnements sur le continent, la Roumanie pourrait — dans certaines conditions dépendant du jeu des alliances ou d'opérations militaires — devenir une source précieuse et abondante de carburants naturels pour l'Allemagne et l'Italie, en cas de conflit. N'oublions pas que les gisements roumains produisent plus de 7 millions de t par an, ce qui, approximativement, suffirait sans doute aux besoins de l'Allemagne et de l'Italie réunies. Nous tenons à souligner que, dans cet exposé, il n'a pas été tenu compte, évidemment, de l'évolution des industries de synthèse (essence, huiles minérales de graissage, etc.) qui, en cas de guerre, devraient être d'un secours indispensable pour se substituer aux défaillances du ravitaillement par mer en produit naturel. Il faut également faire remarquer que les grandes nations d'Europe ont, au cours de ces dernières années, constitué des stocks considérables dont l'importance, dit-on, permettrait de faire face aux besoins des armées et des flottes pendant plus d'une année. Ce n'est là, du reste, qu'une évaluation approximative puisque sans contrôle possible. De plus, en cas de conflit prolongé, nul ne sait quelle serait la grandeur des ressources nécessaires pour répondre aux besoins immenses des peuples en armes sur terre, sur mer, dans les airs, et c'est là une inconnue qui doit inciter à la prudence les Etats-Majors les plus audacieux.

LE PÉTROLE ROUMAIN ET LES APPROVISIONNEMENTS DE L'ALLEMAGNE

Le III^e Reich a intensifié sa « politique du pétrole » vis-à-vis de la Roumanie, qui possède des gisements capables de fournir à eux seuls plus du *double* du tonnage de naphte dont l'Allemagne a besoin actuellement et annuellement. C'est ainsi qu'elle a développé ses importations de pétroles roumains d'une façon continue de 1934 à 1936 (inclus), importations qui se sont accrues successivement de 6 %, de 17 % et

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 247, page 52.

(2) En 1936, les navires pétroliers ont acheminé, en empruntant la Méditerranée (canal de Suez), plus de 16 millions de tonnes de naphte contre 9 millions 1/2 seulement en 1929, en vue d'approvisionner les différentes nations du continent européen.

de plus de 21 %. En 1937, par suite et du ralentissement dans l'exploitation des sociétés roumaines et aussi d'une volonté de restriction de la part du Reich, les importations ont diminué de près de 7 % environ. Or, l'Allemagne acquiert à l'étranger, bon an mal an, 3 300 000 t de pétrole brut nécessaire à ses fabrications (essences et dérivés, huiles de graissage). La Roumanie lui en a fourni jusqu'ici une portion importante, puisqu'en 1936 le tonnage exporté par elle représentait déjà au moins 15 % du total des exportations pétrolières roumaines. Mais, comme, en 1937, cette proportion (nous venons de le signaler) a baissé, il y aura lieu de suivre l'allure de la production en 1938 pour déterminer les causes de ce changement, dû sans doute à des difficultés survenues dans le mode de règlement par l'Allemagne (troc, et non en devises appréciées). Un accord a bien été signé en 1934 à ce sujet (au delà de 25 % de la totalité des produits roumain importés, l'Allemagne doit effectuer le paiement en or); mais il semble que le gouvernement de Berlin cherche à le modifier à son avantage, d'où tendance à influencer le gouvernement de Bucarest par une réduction de ses achats en pétrole en 1937. Quoi qu'il en soit, il est indéniable que le naphte roumain constitue une source précieuse d'approvisionnement pour l'économie germanique, surtout en cas de guerre. Et qui sait si les armées allemandes ne chercheraient pas alors à s'approvisionner aux gisements mêmes en envahissant le territoire qui les renferme, comme ce fut le cas déjà au cours de la guerre de 1914-1918 ?

A PROPOS DU VOYAGE AÉRIEN ITALIE-BRÉSIL

Le record Rome-Rio de Janeiro (en deux étapes), exécuté en janvier dernier par les avions de bombardement trimoteurs italiens *Savoia-Marchetti S.-79* au-dessus de l'Atlantique-Sud, présente un intérêt évidemment plus militaire que commercial. Ce « raid » prouve, en effet, qu'un bombardier de ce type (le même qui prit part d'abord à la course Londres-Melbourne, puis à celle d'Istres-Damas-Paris) peut partir de Rome, avec 1 tonne de projectiles, pour bombarder l'une quelconque des capitales européennes et revenir à sa base après avoir accompli sa mission à une vitesse moyenne voisine de 400 km/h ! Ces trimoteurs *S.-79* sont propulsés, comme nous l'avons déjà indiqué, par des moteurs « Alfa-Romeo » de 750 ch, chacun fournissant une puissance totale de 2 200 ch environ. Leur autonomie est de l'ordre de 6 000 km et doit être accrue, dit-on, prochainement. De tels chiffres sont à méditer : vitesse moyenne de 400 km/h et rayon d'action de 6 000 km signifient, en effet, qu'actuellement du moins aucun avion de chasse français ne pourrait lutter efficacement contre de tels avions lourds de bombardement. Et cependant ces appareils sont de construction relativement ancienne et déjà en service dans l'aviation militaire italienne depuis plusieurs années. De semblables performances ont donc permis au chef du gouvernement italien de proclamer tout récemment que la qualité — à défaut de la quantité — des appareils qui constituent, au début de 1935, les forces aériennes de l'Italie ne redoutait, dans l'état actuel de la construction, aucune concurrence des autres nations visant à « surclasser » avions ou hydravions construits dans la péninsule au cours de ces trois dernières années. Quant à l'aviation marchande italienne, elle n'a jamais eu l'intention d'exploiter commercialement une ligne pour passagers reliant l'Europe et l'Amérique du Sud. L'aviation militaire a, au contraire, cherché à démontrer — une fois de plus — ce qu'elle était capable de réaliser sur les grands parcours. La traversée Atlantique-Sud par les *S.-79* a donné les résultats suivants : sur le trajet Dakar-Rio, 4 995 km parcourus en 13 h 55, soit 358 km 800 de moyenne au-dessus de l'Océan. C'est là un record qui laisse loin derrière lui les performances précédentes ; ajoutons que sur le trajet Italie (Rome)-Brésil (Rio) les deux appareils italiens ont dépassé la moyenne de 395 km/h. En France, certains prototypes peuvent rivaliser avec les meilleurs appareils étrangers en service ; mais, malheureusement, nos constructeurs ne pourront les « sortir » en série que d'ici plusieurs mois, certains après plus d'un an !

CORONOGRAPHIE ET CINÉMATOGRAPHIE DU SOLEIL

Par Pierre ROUSSEAU

L'observation directe des couches supérieures de l'atmosphère solaire (chromosphère et couronne), moins chaudes et moins lumineuses que la photosphère, est pratiquement impossible au moyen d'une lunette ordinaire. Les rayons solaires diffusés et diffractés forment, en effet, autour de l'image du soleil une auréole lumineuse très intense dont l'éclat est mille fois supérieur à celui de la couronne ! Seule, une éclipse totale — phénomène local et relativement peu fréquent — permettait, jusqu'à ces dernières années, d'étudier la haute atmosphère du soleil. Grâce à l'ingénieuse disposition d'écrans appropriés imaginés par M. Lyot, on peut maintenant réaliser de véritables éclipses artificielles, en masquant à la fois le disque solaire et son auréole. Ainsi, il est possible — et cela en tout temps — d'observer, de photographier, de cinématographier même au coronographe les phénomènes chromosphériques et de suivre, en particulier, la naissance, la croissance, les mouvements et la disparition en quelques heures de ces gigantesques édifices électroniques (hauts parfois de plus de 300 000 km) que sont les protubérances solaires.

QUEL est le plus favorisé, du chimiste qui analyse une substance dans une éprouvette, ou de l'astronome, qui la recherche dans le Soleil, placé à 150 millions de kilomètres de son spectroscope ?

C'est évidemment le chimiste, penserez-vous.

Eh bien ! pas du tout. La nature a épargné à l'astronome le soin dévolu au chimiste, de dissoudre la substance et de lui appliquer des réactifs variés. Elle s'est elle-même chargée de porter la surface solaire à une température telle que tous ses composants apparaissent sur les spectres, et qu'il n'est pas besoin de trente-six procédés différents pour les distinguer les uns des autres. Il s'agit là, il est vrai, de la surface même du Soleil, de la *photosphère*, qui est, en quelque sorte, sa couche superficielle. Et si l'astronome est fort bien renseigné sur la photosphère, il s'en faut qu'il en soit de même lorsqu'il s'attaque à l'atmosphère solaire elle-même ! La photosphère, c'est, en effet, la partie que l'on voit, d'où émanent chaleur et lumière, où évoluent taches et facules. L'atmosphère qui l'enveloppe, moins chaude et moins lumineuse, est noyée dans cette puissante irradiation, et elle n'apparaît, à nos yeux, que lorsque la photosphère consent à se voiler, de même que, plaçant côte à côte une lampe de 500 bougies et une modeste chandelle, on ne perçoit la lueur de cette dernière que si la lampe s'éteint.

Il est bien difficile, objecterez-vous, d'éteindre le Soleil.

Un hasard de la mécanique céleste a voulu justement que la Lune tournât à une telle distance de la Terre que, si elle se place entre le Soleil et notre globe et en ligne droite avec eux, son disque recouvre exactement la photosphère, tout en laissant déborder l'atmosphère solaire : ce n'est pas là autre chose qu'une éclipse totale de Soleil et, pendant longtemps, on ne possédait pas d'autre moyen d'étudier ce qui se passe dans les couches supérieures de la grande fournaise. On apprit ainsi que, sur la photosphère, repose la *couche renversante*, d'une épaisseur de 1 000 km environ ; ce nom bizarre lui vient du fait qu'elle *renverse* le spectre de la photosphère, en changeant ses raies brillantes en raies noires. L'étage supérieur est occupé par la *chromosphère*, haute de quelque 10 000 km, d'une teinte rosée, et siège des *protubérances*, ces jets d'électrons et d'ions positifs qui s'élèvent à des centaines de milliers de km. Enfin, au delà de la chromosphère, s'étend la *couronne*, immense et vaporeuse auréole, formée de gaz extrêmement raréfiés et d'une très faible luminosité.

Les savants ne pouvaient se contenter d'attendre les éclipses pour observer chromosphère et couronne. De fait, dès 1890, Hale et Deslandres imaginèrent le *spectrohéliographe* qui isole, dans le spectre, une radiation unique et donne, du Soleil, une image fournie par cette unique radiation : isolant, par exemple, la raie $H\alpha$ de l'hydrogène, il montre le Soleil tel qu'il serait s'il

n'était composé que de gaz hydrogène.

Quand on voulut s'attaquer à la couronne, ce fut une autre affaire.

Le coronographe, artisan de la découverte du Soleil

La couronne est à peu près un million de fois moins brillante que le Soleil. Pendant l'éclipse du 8 juin 1937, le professeur Stewart lui assigna, en effet, un éclat égal à celui de la pleine Lune, tandis que les observateurs de l'île Canton lui en donnaient seulement la moitié. Le seul moyen, pour la voir de façon continue, est donc de provoquer une éclipse artificielle, en masquant le disque photosphérique par un écran opaque. La solution pouvait paraître simple ; elle ne fut pourtant appliquée avec succès qu'en 1930, par M. Bernard Lyot, astronome à l'Observatoire de Meudon. La principale difficulté consistait à se garer de la lumière parasite diffusée par l'atmosphère terrestre, par les poussières de l'air et par les pièces optiques. Heureusement, l'optique avait progressé depuis 1715, époque où La Hire et de L'Isle, ne doutant de rien, avaient abordé la question. Et c'est pourquoi la belle réussite de notre compatriote fut saluée, dans le monde entier, comme une victoire longtemps qualifiée d'utopique.

Depuis 1930, le coronographe Lyot a subi bien des perfectionnements, et il est encore aujourd'hui le seul qui existe au monde, si l'on met à part l'exemplaire fabriqué aux Etats-Unis et, paraît-il, assez imparfait.

Le coronographe produit donc une éclipse artificielle de Soleil, en interposant, entre l'observateur et l'astre du jour — et grâce à un dispositif optique dont nous ferons grâce à nos lecteurs — un disque opaque qui déborde légèrement celui du Soleil. La lumière qui dépasse est celle de la chromosphère et de la couronne, et il ne reste plus qu'à l'examiner à l'aide d'un oculaire,

d'un spectroscopie ou d'un polarimètre. Tout l'ensemble est enfermé dans un tube métallique long de 6 m, et l'image solaire projetée sur le disque provient d'une lentille de 20 cm de diamètre. Ainsi devient-il possible de voir non plus, comme avec le spectrohélioscope de Meudon, les parties d'hydrogène des protubérances, mais celles-ci tout entières. Et la couronne elle-même, si longtemps rebelle aux investigations indiscrètes des astronomes, se laisse complaisamment photographier.

Ce n'est pas que l'opération soit bien aisée. Le ciel parisien et celui de Meudon, obscurcis par les poussières et les fumées, ne se prêtent guère à des recherches aussi délicates. Aussi M. Lyot se réfugia-t-il à l'Observatoire du Pic-du-Midi où, à 2 860 m d'altitude, le savant a sous les pieds toute la vase atmosphérique dans laquelle sont, d'ordinaire, enlisés nos observatoires ; il n'a plus, au-dessus de la tête, que les deux tiers de l'atmosphère, et le ciel y est d'une pureté sans égale. C'est là que M. Lyot passe laborieusement ses étés ; c'est là qu'il séjourna encore en 1937, du 25 avril au 20 juillet — date de

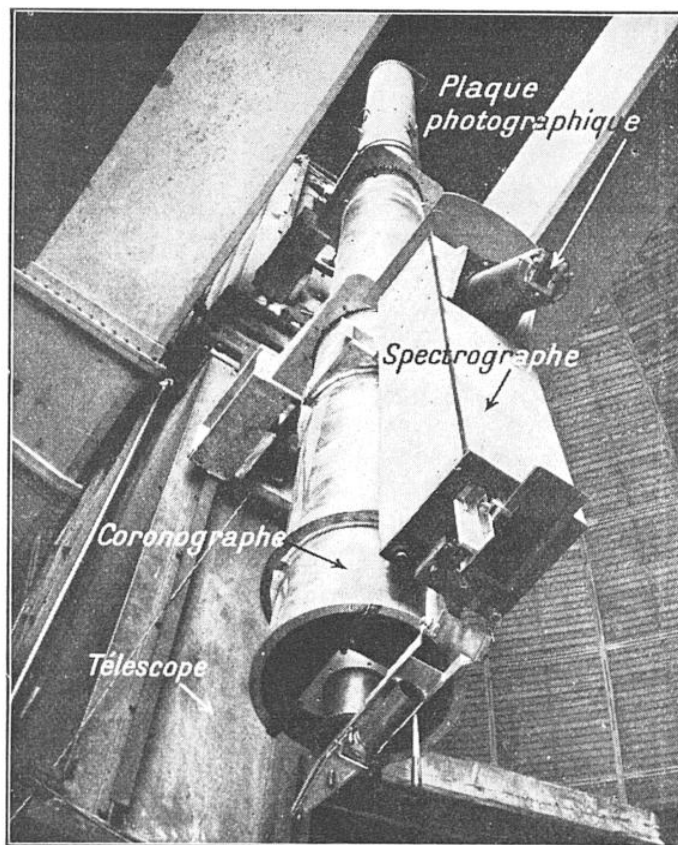


FIG. 1. - VUE D'ENSEMBLE DU « CORONOGRAPHE » INSTALLÉ SUR LE TÉLESCOPE DE L'OBSERVATOIRE DU PIC DU MIDI

l'invasion des touristes. « La saison était favorable, nous confia-t-il. Il n'y avait, cette année, sur la terrasse de l'Observatoire, qu'une épaisseur relativement faible de 4 m 20 de neige, alors que, l'an passé, un hôtel de deux étages aurait été englouti complètement jusqu'au toit et aux cheminées. »

Le film des éruptions solaires

Ainsi, l'éminent savant obtint de remarquables photographies de protubérances. Puis, encouragé par le succès, il laissa faire un pas de plus à son ambition scientifique : ne serait-il pas possible de tourner, à l'aide du coronographe, des films montrant l'évolution des phénomènes chromosphériques, la naissance des protubérances, leur croissance, leurs mouvements, leur disparition ? Une première bande, prise le 11 septembre 1935, montra que les obstacles se laissaient vaincre d'assez bonne grâce, de sorte qu'aujourd'hui la physique solaire est en possession d'une technique extraordinaire, qui dévoile la vie même du Soleil, stupéfiant à la fois les profanes, par les merveilleuses scènes qu'elle leur met sous les yeux, et les spécialistes, en les faisant assister *de visu* à des événements qu'ils étaient habitués à ne voir qu'à la pâle clarté de l'abstraction, ou bien sur d'inertes photographies.

Si l'artisan de cette découverte est M. Lyot, l'agent en est une petite camera, utilisant du film de 35 mm et que l'on monte sur le coronographe. Il n'y a pas d'obturateur, mais un disque tournant pourvu d'une fente de largeur variable. L'appareil prend image par image. Le disque accomplit, à cet effet, un tour en 1,5 seconde ou 2 secondes, puis s'arrête, immobilisé par un doigt. Pendant cet arrêt, l'image solaire est renvoyée dans l'oculaire par un jeu de miroirs, de manière à permettre à l'opérateur de la centrer. Le ciel est-il pur, dégagé de tout nuage ? Alors un petit moteur rend la prise de vue automatique et continue. Le Soleil est-il, au contraire, fréquemment voilé ? C'est l'opérateur qui, dans ce cas, en

poussant un bouton, déclenche l'appareil au moment qu'il juge le plus convenable.

La campagne de 1937 a été fructueuse, puisque M. Lyot n'en a pas rapporté moins de six films qui, ajoutés bout à bout, forment une longueur totale de 58 m. Il nous a été donné d'assister, dans une salle de l'Observatoire de Meudon, à la première

de cet étonnant documentaire, qui est — on le croira facilement — unique au monde. Nos lecteurs en verront ici même quelques extraits. Mais ce que ceux-ci ne peuvent rendre, c'est le mouvement qui agite les protubérances. On voit ces jets énormes s'élancer hors de la chromosphère, se diviser, se courber comme au souffle d'un vent démesuré, et laisser pleuvoir, sur la surface solaire, de petits corpuscules brillants, comme, à la fin d'un feu d'artifice, retombent sur le sol les derniers débris de poudre enflammée. On voit surtout une éruption : la chromosphère est soudain crevée, défoncée par une formidable projection de matière qui, en quelques instants, bouleverse et démolit une protubérance paisible qui entraînait son essor. Que l'on imagine, en somme, un cratère crachant brusquement une colonne de flamme et disloquant les nuages étalés au-dessus de lui. Mais, ici, la colonne de flamme est haute de 100 000 ou 300 000 km et les gaz sont à une température de plusieurs milliers de degrés !

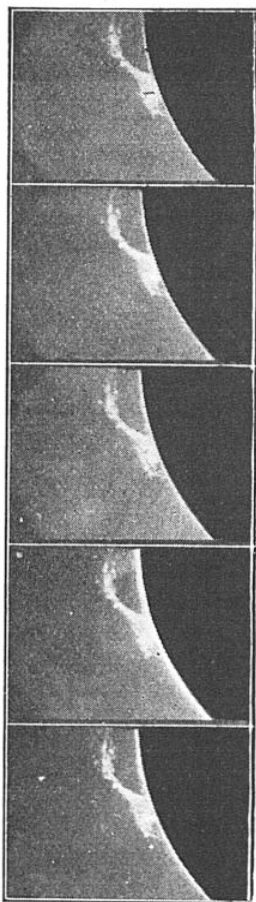


FIG. 2. — VOICI LE PREMIER FILM QUI A PERMIS DE SUIVRE L'ÉVOLUTION D'UNE PROTUBÉRANCE SOLAIRE

Le coronographe dissèque la couronne

C'est la couronne qui a surtout bénéficié de la sollicitude de M. Lyot. On en com-

prendra la raison en apprenant qu'elle persiste encore à poser aux savants bien des énigmes irritantes. On n'est plus, certes, au temps où, pendant l'éclipse de 1778, un amiral espagnol la voyait animée d'« un mouvement circulaire rapide, pareil à celui d'un artifice embrasé mis en jeu sur son centre ». On sait que, de couleur gris chamois, elle allonge parfois ses panaches jusqu'à dix diamètres du Soleil, que sa forme varie avec la phase de l'activité solaire et que la substance en est si subtile que la comète de

1843 put y parcourir 500 000 km, à la vitesse de 550 km/s, sans être aucunement freinée.

Le spectre coronal peut-il compléter ces renseignements parcimonieux? Interrogeons M. Lyot, qui a fait justement, de cette étude, l'une de ses plus constantes préoccupations. Il adapta à son coronographe un spectrographe à réseau, avec une chambre photographique de 1 m de foyer. La fente rectiligne ordinaire était remplacée par une fente circulaire, à l'intérieur de laquelle se formait l'image du disque éclipçant le Soleil. On admirera que la technique ait permis de pousser dans l'infrarouge jusqu'à $\lambda = 12\,000$ Angstroms.

Le spectre de la couronne montre d'abord les raies solaires habituelles, ce qui prouve que la lumière coronale est, pour une bonne part, empruntée à celle du Soleil. Au voisinage du Soleil, ces raies sont masquées par un spectre continu intense appartenant à la couronne elle-même, en même temps qu'apparaissent des raies brillantes. Ces raies brillantes sont précisément le point le plus épineux de la question. Déjà, l'an dernier, M. Lyot en avait découvert quatre nouvelles. En 1937, la récolte a été moins bonne : une raie nou-

velle seulement, ce qui porte leur nombre total à une vingtaine. Or, sur ces vingt raies, pas une seule n'a été identifiée ! On en a bien attribué quelques-unes à un corps hypothétique, le *coronium*, mais celui-ci n'a

vraisemblablement pas plus de réalité que le fameux *nebulium*, et n'est probablement autre qu'un corps déjà classé, soumis à des conditions spéciales : l'une de ses raies appartient, en effet, à l'oxygène ionisé. C'est, du reste, ce domaine mal exploré qui va faire l'objet des recherches futures du savant astronome. Un monochromateur est actuellement à l'étude qui, installé sur le coronographe, permettra de photographier la couronne en lumière monochromatique.

La polarisation de la couronne a conduit, elle aussi, à des résultats inquiétants. On sait que la lumière émise par un gaz est toujours partiellement polarisée, c'est-à-dire que

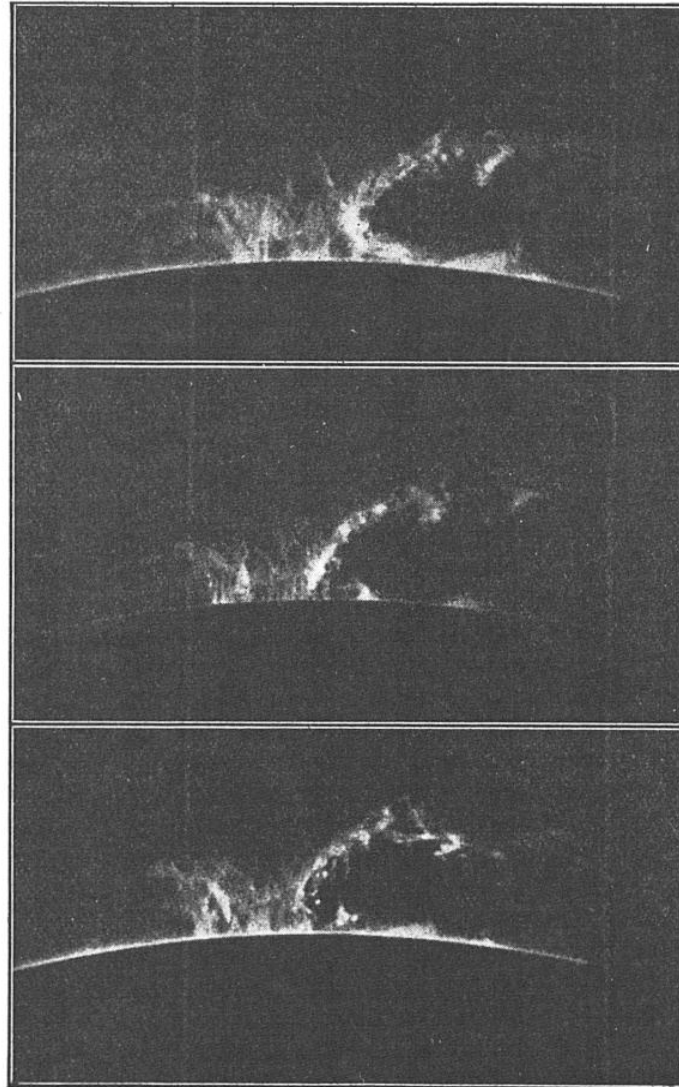


FIG. 3. - TROIS PHASES SUCCESSIVES D'UNE PROTUBÉRANCE SOLAIRE, ENREGISTRÉES PAR LE CINÉMA RESPECTIVEMENT (DE HAUT EN BAS) A 10 H 14, A 10 H 30 ET A 10 H 50

ses vibrations se propagent, non plus en tous sens, mais dans un seul plan. Or, la lueur coronale est fortement polarisée. C'est donc, penserez-vous, que la couronne est gazeuse. Mais il devient alors impossible de concevoir la raréfaction inimaginable de ce gaz. Ce ne peut pas être davantage une atmosphère de particules liquides ou solides

qui, à 2 500 ou 3 000°, seraient volatilisés. Mais si ce n'est ni un gaz, ni un solide, ni un liquide, quelle est donc la matière de cette mystérieuse couronne ? Admettons, avec les astrophysiciens, qu'elle est constituée par des nuages d'électrons libres, qui s'échappent du soleil, tout comme ceux qui s'évadent du filament chaud de nos lampes de T. S. F.

Les astronomes ne sont pas au bout de leurs peines, car l'éclipse du 8 juin dernier a donné lieu à une observation singulière : le major Stevens, photographiant le phénomène en avion à 9 000 m d'altitude, discerna, autour de la couronne, une enveloppe, haute, dit-il, de 1 million de milles, plus brillante que la couronne elle-même. Si la nouvelle ne venait pas de l'Université de Harvard, on serait tenté d'incriminer une surexposition de la plaque. Mais peut-être s'agit-il tout bonnement de la lumière zodiacale...

Ajoutons encore, à l'actif du coronographe, les belles photographies du passage tangentiel de Mercure devant le Soleil, le 11 mai dernier, qui procura une forte émotion à l'opérateur : la neige tomba, en effet, toute la journée, et s'arrêta juste une heure, au moment de l'événement !

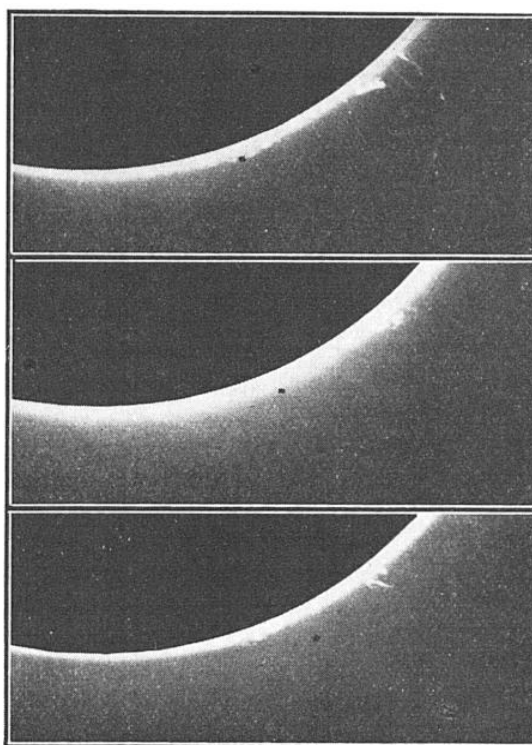


FIG. 4. — LE PASSAGE DE MERCURE DEVANT LE SOLEIL, ENREGISTRÉ AU CORONOGRAPHE

Le 11 mai 1937, la planète Mercure est passée tangentiellement au Soleil pour le point du globe qui avait le Soleil au Zénith. L'observation de ce phénomène avec une simple lunette était réservée à l'hémisphère austral. Pour la France, Mercure passait seulement devant la couronne, la distance angulaire des deux astres passant par son minimum (5'') à 9 h 1 mn. A l'Observatoire du Pic du Midi et à l'aide de son coronographe, M. B. Lyot a pu suivre le phénomène et en prendre 22 photographies. En voici trois, dont la première, prise à 9 h 38, montre Mercure au ras de la chromosphère. On voit la planète s'écarter peu à peu sur les deux suivantes, prises à 10 h 22 et à 11 h 2. Elles montrent en outre la formation, l'épanouissement et la disparition d'une belle protubérance (à droite sur le cliché).

Ainsi, grâce au coronographe, la science du Soleil acquiert un nouvel essor et revêt un nouvel éclat, de sorte que la France et l'Observatoire de Paris-Meudon, qui possèdent déjà, avec M. d'Azambuja, le spécialiste le plus éminent de la chromosphère, ont maintenant en M. Lyot le technicien de la couronne et le créateur de la cinématographie solaire. Confessons que la science de la couronne peut paraître, à certains, un sujet étroitement spécialisé et fort abstrait, mais les films de protubérances peuvent réconcilier savants et profanes, en montrant aux uns le processus qui crée et qui détruit, souvent en quelques heures, ces gigantesques édifices électroniques, en dévoilant aux autres les plus grandioses cataclysmes que l'on puisse imaginer.

L'observation de la couronne en dehors des éclipses, la cinématographie des protubérances, — demain, nous dit M. Lyot, celle des taches, — « utopie » ! disait-on il y a dix ans. C'est le cas de

citer le proverbe d'outre-Atlantique : « L'homme qui s'endort en déclarant qu'une chose est impossible est réveillé par le bruit que fait son voisin en train de l'exécuter. »

PIERRE ROUSSEAU.

A la fin de l'année 1937, la Banque de France possédait 2 534 tonnes d'or (métal), ce qui représentait près de 58 933 millions de francs (bilan de la Banque de France). On sait que l'encaisse de la Banque de France n'a pas été réévaluée et est calculée d'après le franc à 38,7 mg d'or fin.

LA POLITIQUE FRANÇAISE POUR LA TRACTION PAR GAZOGÈNE EST-ELLE SUR LA BONNE VOIE ?

DEPUIS qu'un décret-loi d'août 1937 a prescrit aux entreprises utilisant des véhicules industriels (dits « poids lourds ») de posséder, à partir du 1^{er} juillet 1939, par dix véhicules, au moins un équipé avec gazogène utilisant des carburants forestiers (houille exclue par conséquent), les problèmes du ravitaillement, de la main-d'œuvre qualifiée, entre autres, se posent aux intéressés. Actuellement, on sait que les conducteurs répugnent à de telles fonctions. De plus, le fonctionnement vraiment pratique — et indéfectible — des appareils n'est pas encore entièrement au point (1). Soit qu'il s'agisse de la traction par gazogène pour les transports industriels ou commerciaux, soit qu'il s'agisse de la propulsion du matériel du « train des équipages » militaires, les points de vue sont bien différents. A ce propos, il y a lieu de se demander pourquoi la récente décision gouvernementale n'a pas prévu l'emploi des gazogènes au gaz des forêts sur les autorails, là où, précisément, on rencontre les moindres difficultés par suite de l'organisation même de l'exploitation ferroviaire, et par suite aussi de la possibilité immédiate de trouver plus aisément le personnel parmi les « cheminots » (chauffeurs, mécaniciens) particulièrement indiqués pour ce mode de traction. Contrairement à ce que les non-initiés pourraient supposer, on ne devient pas « chauffeur » de camion à gazogène du jour en lendemain, et si bien des inconvénients se manifestent, c'est souvent du fait de conducteurs insuffisamment entraînés à la manipulation de ces engins relativement nouveaux (mise en marche, démarrage, chargement du combustible, entretien, surveillance, dangers d'incendie, d'où obligation d'avoir des garages séparés pour ne pas placer côte à côte des gazogènes et des voitures à essence).

Aux récentes manœuvres organisées par les autorités militaires, où furent utilisées des formations de ce genre composées exclusivement de matériels de transport propulsés par le gaz des forêts, tout ne « marche » pas pour le mieux. Au départ (le

(1) Aussi de nombreuses demandes — motivées — de dérogations sont déposées avec chance d'aboutir dans bien des cas, car, d'ici le 1^{er} juillet 1939 (soit à peu près dix-huit mois), les intéressés ne manqueront pas de soulever des objections sérieuses.

L'enquête que nous poursuivons actuellement nous permettra d'exposer les plus récents progrès réalisés dans les gazogènes, dans la préparation des combustibles et dans l'adaptation du moteur à explosion à son alimentation par gazogène.

matin, par exemple, et surtout par temps humide), « ça n'allait pas toujours tout seul » dans ces unités motorisées au gaz de bois : les pannes étaient assez nombreuses (25 % parfois d'immobilisés), sans oublier qu'on ne met pas en marche aussi rapidement (5 à 10 minutes suivant la circonstance) un véhicule à gazogène qu'une voiture alimentée à l'essence ou un camion Diesel au gas oil. Ce temps minimum de mise en route, lorsqu'il s'agit de convois aux armées, constitue un élément dont il faut évidemment tenir compte. Ne cite-t-on pas des camions pour transports de troupes, payés jusqu'à 150 000 f par le ministère de la Guerre, qui ont donné sur le terrain d'assez décevants résultats (1) ? A ce point de vue, même en admettant que les différents systèmes de gazogènes actuels soient à brève échéance tout à fait au point, grâce à des perfectionnements techniques, atténuant ainsi et même supprimant les inconvénients reconnus par tout observateur impartial, il n'en subsiste pas moins que le recrutement et la formation d'un personnel exercé et l'organisation d'un ravitaillement à la fois généralisé et économique soulèvent encore bien des inquiétudes. Lors de la campagne de 1914-1918, où furent réquisitionnés tous les véhicules mécaniques d'alors, n'est-ce pas précisément grâce à la mobilisation des conducteurs professionnels (poids lourds et autres) que l'on a pu, dès l'ouverture des hostilités, en tirer le meilleur parti. Il en sera sans doute de même de ces « poids lourds » à gazogène si ceux-ci sont, dès le temps de paix, mis entre les mains de professionnels habitués à la conduite de tels véhicules alimentés aux carburants forestiers. C'est, à notre avis, par là qu'il faut commencer pour développer pratiquement la traction routière.

Quant au point de vue ferroviaire, le problème du gazogène appliqué à la traction sur

(1) Non seulement la mise en marche exige au moins 5 minutes au moyen de la petite soufflerie (ventilateur auxiliaire), mais encore il est impossible, de par le principe de fonctionnement du système même, de faire un « appel » comme on le fait avec l'essence, pour un démarrage plus ou moins brusque après des arrêts plus ou moins fréquents, dans les convois routiers. Le véhicule ne « rend » pas et, par suite, des embouteillages se produisent assez fréquemment surtout par mauvais temps et mauvais terrain. Le degré de sécheresse du carburant solide joue un rôle essentiel dans le bon fonctionnement des gazogènes, et, pour le bois, les produits résineux sont à éliminer parce qu'ils encrassent les épurateurs et nuisent au rendement des appareils.

rails se présente différemment. Les difficultés économiques actuelles, l'évolution des exigences de la Défense nationale commandent évidemment à tous les services consommateurs d'une nation militaire d'utiliser au maximum ses ressources « internes ». C'est pour ce motif que les départements ministériels de la Défense nationale se préoccupent de la situation qui nous sera faite à ce point de vue, en cas de conflit. Une tendance — peut-être hâtive — à motoriser au gaz forestier nos véhicules militaires résulte de cette préoccupation même. Nous disposons certes d'une abondante production en bois de taillis qui peut trouver là un débouché en fournissant un carburant de remplacement pour nos moteurs, qui pourraient ainsi se passer de produits pétroliers. C'est pourquoi M. Dautry, directeur général des Chemins de fer de l'Etat, prit l'initiative, dès 1935, d'équiper un autorail avec gazogène à charbon de bois. Lors des essais, qui furent encourageants, l'épuration des gaz devait être aussi parfaite que possible (élimination quasi totale de toute particule solide ou liquide avant l'introduction du gaz dans le moteur). Un tel équipement comprenait notamment le gazogène avec trémie de chargement à l'extérieur du véhicule, un faisceau tubulaire pour refroidissement du gaz pendant la marche, plusieurs épurateurs à filtres en coton et filtre métallique de sécurité. La capacité en combustible du gazogène était de 200 kg et la consommation de carburant solide de 400 g au ch-h ; cette consommation varie avec la nature du combustible utilisé. Le taux de compression dans le moteur de l'autorail était de 8 environ ; un mélangeur air-gaz de bois remplaçait

le carburateur. L'allumage et la préparation du gaz s'effectuent à l'aide d'un ventilateur auxiliaire en moins de 10 minutes, et, une fois le moteur démarré, l'aspiration au gazogène se produit automatiquement. Déjà, en Allemagne, en Lithuanie, des essais de ce genre ont été poursuivis avec succès sur voie étroite comme sur voie normale, en utilisant simplement le bois *non transformé*, mais exempt des résines et des goudrons que doit retenir l'épurateur sans s'encrasser. Des vitesses commerciales de l'ordre de 80 à 90 km/h ont pu ainsi être obtenues en France comme à l'étranger. On estime que, dans notre pays, les forêts sont en mesure de fournir par an au moins 1 demi-million de t de charbon de bois spécialement préparé pour gazogènes (1). Cela représente, au point de vue énergétique, l'équivalent de quelque 300 000 t d'essence « tourisme ». On devrait également, en temps de guerre, utiliser les vieilles traverses en les carbonisant (2). D'appréciables disponibilités en carburants liquides pourraient être précisément mises ainsi à la disposition de nos armées. Voilà une politique qui nous paraît plus rationnelle que celle d'équiper le train des équipages militaires en véhicules à gazogènes, du moins dans l'état actuel de la question et d'après les expériences recueillies au cours des manœuvres. Par temps humide, le matin, « à froid », la mise en marche fut parfois laborieuse et jusqu'à 25 % de véhicules restèrent en panne. Combien de solutions séduisantes en théorie qui s'avèrent défectueuses sur le terrain ! Rappelons-nous les enseignements de la guerre : la belle arme automatique « de stand », la mitrailleuse Saint-Etienne, s'en-

(1) A titre documentaire : à la conférence faite au Congrès des Carburants nationaux en octobre 1937 (Maison de la Chimie à Paris), a été examiné le problème de la valorisation de la forêt française (voir *Science et Vie*, n° 243, p. 231). Il paraîtrait que nous pourrions disposer de 6 millions de t de bois, sous-bois, déchets de toutes sortes, comme source d'énergie sous forme de carburants solides, et cela en dépit du déboisement qui a été si funeste à l'économie nationale. Un chimiste, M. Tournel, y a exposé comment, par l'hydrolyse des matières cellulosiques, on peut obtenir des sucres fermentescibles (de valeur marchande) et un produit résiduaire, le *lignine*, qui (entre autres applications) peut servir de combustible, de charbon actif (masques à gaz), etc. D'après ces mêmes principes, le bois peut également donner des sucres fermentescibles et, par suite, de l'alcool. Suivant les procédés adoptés, le rendement est variable. L'industrie de l'alcool de bois doit donc retenir l'attention de ceux qui se préoccupent actuellement de l'utilisation des produits forestiers. Les méthodes d'hydrolyse des complexes cellulosiques, mises au point avec succès en Allemagne, en France, permettent aussi d'obtenir du furfural, à partir du bois, en particulier de charbonnette (préférable à la sciure), en ayant soin d'éliminer par des traitements préliminaires les impuretés qui accompagnent dans le bois la matière transformable en sucre (glucose). Dans ces produits éliminés au cours des opérations industrielles de transformation de la cellulose se trouvent précisément le *furfural* et la *lignine*.

Le furfural (aldéhyde furylique, ou aldéhyde pyromucique) est un des sous-produits constants de la fermentation alcoolique ; on le retrouve donc,

en quantités évidemment variables, dans toutes les boissons fermentées. On a longtemps attribué à ce composé l'action particulièrement nocive des alcools d'industrie, mais des expériences récentes ont montré que le furfural est en réalité très peu toxique. On le prépare par distillation sèche, ou par action de l'acide sulfurique sur les déchets de matières amylo-cées ou cellulosiques les plus diverses. Il est actuellement utilisé comme désinfectant, insecticide, dans la fabrication des matières plastiques, comme accélérateur de vulcanisation, et surtout comme solvant sélectif pour le raffinage du pétrole. Enfin, ses qualités plastifiantes jointes à sa propriété d'absorber facilement les produits nitreux, font que le furfural pourrait être employé comme stabilisant des poudres à la nitrocellulose ; peut-être faut-il voir là la raison des demandes croissantes dont ce produit est l'objet depuis peu. (Voir *Chemical Bulletin*, mai 1934.)

(2) Les communications techniques relatives à l'emploi des carburants de remplacement sont actuellement nombreuses en France. Nous mentionnerons particulièrement l'emploi des traverses hors service et bois durs créosotés étudié par un ingénieur des Chemins de fer de l'Est, M. Guillaume, dans un gazogène à tuyères, qu'il a mis au point et utilisable sur route, sur rails, sur canaux ou cours d'eau. Le carburant de remplacement ainsi obtenu (carbone-carburant) équivaldrait, rien que sur notre territoire, à 1 million d'hectolitres d'essence ou à 60 000 t de gas oil, 1 kg de carbone-carburant correspondant à 1 000 cm³ d'essence ou 600 g de gas oil. On a aussi proposé d'utiliser les gaz provenant de la digestion des boues d'égout, l'alcool extrait de maïs fourrager. (Voir *Bulletin S. I. C. F.*, communication faite à la séance du 12 novembre 1937.)

rayant sur le champ de bataille ! Les combattants ne nous démentiront pas.

Lorsque les ministères compétents (Travaux publics, Agriculture, départements de la Défense nationale) auront établi un *plan* — nous ne disons pas un programme plus ou moins partiel — susceptible de développer en France au moyen de primes, d'exemptions d'impôts et de taxes pour une très longue durée, de garanties contre la hausse toujours à redouter, même pour les carburants forestiers, les usagers seront alors incités à acquérir ces matériels à gazogène s'ils y trouvent leur intérêt : économie et commodité d'emploi comparables à celles que réalisent aujourd'hui les autres véhicules à propulsion mécanique. Alors seulement, en cas de mobilisation, les armées trouveront à pied d'œuvre des équipages entraînés, dès le temps de paix, à conduire les camions à gaz de bois et par suite capables de participer d'une façon satisfaisante aux opérations dans la zone des armées, sans y laisser trop de déchets. Conduire un véhicule militaire sous le ciel de Provence au cours de manœuvres d'été ne saurait être, en effet, comparé à l'évolution de convois circulant — sous le feu de l'ennemi — dans les plaines grasses des Flandres ou dans les défilés de l'Argonne. De plus, il faut qu'au premier signal, le « départ » des poids lourds à gazogène s'effectue dans des conditions analogues à celles réalisées avec les voitures à essence ou les camions à huile lourde. Nous avons, du point de vue technique, exposé ici (1) les différents types de gazogènes pour la traction. Quant au plan de ravitaillement en carburant forestier répondant aux besoins d'une circulation routière, « intensifiée », il faut qu'on puisse — un jour — se procurer le carburant solide aussi aisément qu'on le fait actuellement dans les stations de carburants et combustibles liquides, réparties sur l'ensemble du territoire national (2). Ceci, à notre avis, n'est pas encore pour demain. En outre, si ce carburant solide forestier est vendu à bas prix, cela constitue évidemment une sérieuse économie pour l'exploitant ; mais il faut

aussi tenir compte de l'amortissement du matériel, d'un prix élevé. Ainsi, certain véhicule à gazogène est vendu près de 150 000 f ! Ajoutons encore que, pour les régions éloignées des centres de production de carburants forestiers, le prix de transport par voie ferrée grèvera assez lourdement le prix de vente dans certaines de nos provinces dépourvues de forêts exploitables. Et, alors, ce carburant solide ne sera plus aussi avantageux par rapport aux autres. Il en serait de même, du reste, pour cet autre carburant solide de remplacement — le charbon — dont l'utilisation dans les gazogènes présente, outre les inconvénients déjà cités, celui d'être d'une manipulation malpropre.

Ces différents facteurs doivent être minutieusement analysés, sous les divers aspects que soulève un plan d'exploitation rationnelle relevant de l'économie nationale (1). Pour les carburants solides (bois, houille), l'usager doit (redisons-le) prendre toute précaution pour éviter les incendies, d'où impossibilité de garer, côte à côte, dans un même bâtiment des voitures à essence et des véhicules à combustibles en ignition. Pour développer en France la traction par gazogène (transports industriels et urbains, applications agricoles, motorisation aux armées, exploitation ferroviaire, transports fluviaux par péniches automotrices à gaz, etc.), il importe donc, en dehors des perfectionnements techniques encore souhaitables, de procéder à la formation du personnel de conduite et aussi à l'organisation rationnelle du ravitaillement en carburant bois à *bas prix* (2), si on veut éviter la con-

(1) Il y a encore des tentatives intéressantes, telle que celle organisée par l'Automobile Club de France le 27 septembre 1937, pour employer le gaz de ville comprimé à la locomotion routière ; mais la traction au gaz comprimé elle aussi est subordonnée aux possibilités du ravitaillement ? (Voir *La Science et la Vie*, n° 245, page 389, et *G. C.*, Tome CXI, n° 19.)

(2) *A priori*, le bois semble plus économique que les autres carburants solides ; par contre, il est plus encombrant que le charbon de bois pour les véhicules équipés avec gazogène. Celui-ci est alors de dimensions plus réduites. Mais le charbon de bois destiné à alimenter un gazogène de camion, par exemple, doit être préparé par des procédés perfectionnés (autres que les meules), tel que celui de la fabrication en *vase clos*. A la suite d'une distillation rationnelle, on peut ainsi éliminer les matières volatiles du bois, les goudrons, etc. Alors, le gazogène, dans ces conditions d'alimentation, fonctionne normalement et le résidu des cendres est minime. Mais le charbon de bois présente cet inconvénient d'être hygrométrique et, par suite, difficile à conserver en vue de son utilisation dans un gazogène. Mais il est indéniable que l'emploi du bois est économique. Rappelons à ce propos que 1 litre d'essence équivaut soit à 1 500 g de charbon de bois, soit à 2 800 g de bois environ. En se basant sur ces chiffres (résultant d'expériences sérieusement contrôlées), on peut admettre qu'un camion alimenté à l'essence (moteurs à explosion à carburation), pour 30 litres de carburant consommé par 100 km parcourus, coûte un peu moins de 60 f (avec le dernier prix de l'essence poids lourd). Ce même véhicule, équipé en gazogène, consomme quelque 45 kg de charbon de bois. Si celui-ci est vendu 42 f (ce qui doit être un maximum) les 100 kg on obtient une dépense de moins de 20 f aux 100 km ; l'économie est appréciable, surtout si de nouvelles

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 221, page 374.

(2) Le Service des Poudres de l'Etat poursuit des études et des essais en vue d'utiliser les déchets de bois de nos exploitations forestières pour en faire un carburant solide, approprié à l'alimentation des gazogènes, notamment sur les véhicules routiers. Cet aggloméré, préparé dans des conditions qui, jusqu'ici, n'ont pas été techniquement poussées, autoriserait une consommation de 35 kg aux 100 km, ce qui permettrait d'obtenir un rayon d'action beaucoup plus grand qu'avec les autres carburants solides pour gazogènes. De plus, il présenterait cette qualité — très appréciable — de pouvoir être stocké sans perdre de ses qualités. Nous attendons un rapport plus complet et émanant des autorités compétentes pour exposer ce qu'on peut en attendre — pratiquement — tant pour les besoins de l'armée que pour les services qu'il pourrait rendre aux usagers de la locomotion routière, et peut-être aussi à la locomotion ferroviaire. Seule une expérience prolongée et contrôlée peut nous fixer à cet égard.

currence redoutable des hydrocarbures légers ou lourds. Pour toutes ces raisons, nous estimons qu'il est beaucoup plus facile — dans l'état actuel des choses — d'intensifier la consommation du carburant forestier en obligeant nos grands et petits réseaux de chemins de fer (1) à équiper leurs autorails avec des gazogènes, dans une propor-

tion à fixer par rapport et au nombre de matériels de ce genre existant dans leurs parcs, et aux commandes prévues ou en cours d'exécution (2). Cela n'empêche pas du reste de prescrire également aux Sociétés de Transports en Commun (urbains et ruraux) l'emploi généralisé d'autobus à gazogène (3).

GEORGES BOURREY.

taxes sur les hydrocarbures liquides viennent encore accroître la différence. Il ne faudrait pas, par contre, que le charbon de bois accuse une hausse trop marquée, sans quoi le bénéfice en serait notablement réduit. N'oublions pas qu'en temps de paix c'est le prix de revient qui conditionne le succès de tel ou tel procédé; en cas de guerre, et même en économie autarcique, on cherche au contraire à se procurer avant tout le « produit » coûte que coûte...

(1) Rappelons à ce propos l'exploitation possible de nos voies fluviales et canaux par péniches automotrices à gaz des forêts. A l'Exposition de 1937, le ministère de l'Agriculture nous en a présenté sur la Seine quelques types.

(2) En Allemagne, où la politique des carburants est activement poussée, on préfère réserver les véhicules à gazogène aux usages non militaires (voitures de livraison, autobus, cars). Au début de 1937, plus de 2 000 véhicules de ce genre, alimentés au gaz de bois, circulaient déjà sur le territoire du Reich. Le gouvernement italien se préoccupe aussi de ce mode de locomotion : récemment, il a accordé une prime kilométrique aux services publics employant des carburants nationaux, et en particulier pour les véhicules à gazogène (décret-loi royal du 14 juillet 1937). Une prime d'un maximum de 18 000 liras est, en outre, attribuée aux propriétaires de tout autobus transformé (sauf pour ceux d'une cylindrée inférieure à 2 500 cm³, ou à réformer en 1938). L'Etat italien n'admet pas, en vue de l'attribution de cette prime, les autobus et autocars pouvant fonctionner au gaz de bois et au carburant liquide *à volonté*. Le ministère des Communications a spécifié dans la *Gazette Officielle* du 4 octobre dernier, dans quelles conditions ces encouragements pouvaient être accordés aux bénéficiaires. C'est, du reste, l'Italie qui, la première dès 1930, organisa un congrès international, tenu à Bruxelles, consacré au « carbone-carburant »; en septembre 1937, une autre réunion internationale concernant ce sujet s'est tenue à Rome. On y a notamment exposé le plan d'autonomie du gouvernement fasciste concernant les carburants et combustibles utilisables, ainsi que les moyens mis en œuvre pour le mener à bien d'ici 1940-41. Pour atteindre ce but, dans les territoires des offices départementaux d'Ancone, Bari, Cagliari, Cantanzaro, Naples, Rome, Palerme, on devra désormais employer des carburants solides pour gazogènes. Il existe, du reste, une commission interministérielle des « autogazogènes »

qui a pour mission d'étudier leurs applications dans les différents domaines de l'activité nationale. Les matériels récents, construits notamment par la Société Fiat, paraissent avoir réalisé récemment de sérieux perfectionnements dont pourront s'inspirer les constructeurs étrangers. Un Office public de Consultations techniques a, en outre, été institué à la disposition des usagers (C. I. P. C. C. et T. C. I.). Les autorités italiennes poursuivent aussi l'utilisation des gaz comprimés naturels (méthane), des huiles lourdes provenant du traitement des schistes bitumineux, de l'alcool « tiré » de plantes alcooligènes (près de 100 000 t par an, rien que pour l'alcool éthylique), de l'hydrogénation des lignites (Ribolte, Valdarno), sans négliger les nouvelles installations de traitement (cracking) des huiles minérales d'Albanie, en attendant la mise en service des usines de Livourne et Bari. Celles-ci doivent produire 250 000 t annuellement, en essence de synthèse à partir des schistes, lignites, houille, ou en huiles lourdes et produits lubrifiants (A. N. I. C.). Enfin, d'autres installations sont spécialement consacrées à la préparation des carburants solides : bois, déchets de bois, charbon de bois, charbon provenant des grignons d'olives, etc. C'est ainsi que l'Italie a pu, en 1937, rien qu'en carburants solides, se procurer l'équivalent de 90 000 t d'essence par ce remplacement. Elle est donc en droit d'envisager, avec une quasi-certitude, la possibilité de se suffire à elle-même en carburants, du moins pour les besoins civils, et cela d'ici quelques années, sans avoir recours à l'étranger. Mais, au point de vue militaire, c'est une autre affaire, et, pour l'instant, ce sont les importations qui assurent, pour la plus grande part, le programme du ravitaillement pour la défense nationale (en particulier en ce qui concerne l'essence d'aviation). Plus tard, l'Italie compte aussi s'affranchir dans ce domaine de la tutelle des nations qui détiennent le pétrole et ses dérivés.

(3) Certains ingénieurs spécialisés dans la traction urbaine estiment que l'emploi du gazogène n'apparaît pas comme une solution parfaite pour les autobus urbains. En effet, ce procédé manque de souplesse au moment des arrêts, la combustion dans le gazogène ne suivant qu'avec retardement la commande du conducteur. La T. C. R. P. pense pouvoir fournir en 1938, à ce sujet, au Conseil général de la Seine, des résultats complets des essais actuellement en cours.

Contrairement à ce que proclament certains peuples, il n'est pas indispensable d'avoir dans son sol des matières premières pour faire prospérer des industries nationales. La Suisse, ainsi qu'on a pu s'en rendre compte à l'Exposition de 1937, possède des industries de premier ordre mais pas de matières premières. Le Japon, si dépourvu de richesses minérales, indispensables à la grande production industrielle, a su cependant créer des industries si puissantes qu'elles concurrencent victorieusement celles des pays mieux pourvus. C'est un fait qu'il ne faut pas méconnaître... Mais, voilà, les temps sont changés; les échanges se tarissent; les frontières se ferment; on tend à avoir recours à d'autres moyens pour se les procurer. Jadis, on échangeait les matières contre des produits ou on les achetait avec des monnaies saines, et presque toutes alors étaient appréciées. Il est vrai qu'en cas de conflit armé avec des voisins les approvisionnements en matières premières rencontraient certaines difficultés pour certaines nations...

LE SALON DE L'AUTOMOBILE DE NEW YORK ET L'ÉVOLUTION DE LA CONSTRUCTION AMÉRICAINE EN 1938

Par Henri PETIT

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

Sur quelque 40 millions de véhicules routiers à traction mécanique actuellement en circulation dans le monde, les États-Unis en comptent pour leur part plus de 28 millions (dont 24 millions de tourisme, soit 1 pour 4 habitants environ). En Amérique, la production automobile représente 1 milliard et demi de dollars investis ; cette industrie constitue, en quelque sorte, le baromètre de la prospérité intérieure. Depuis plusieurs années, il était en forte hausse : le chiffre des ventes en 1937 a dépassé 4 millions de véhicules, soit 7 % de plus qu'en 1936, dont le chiffre était déjà supérieur de 42 % aux résultats de l'année 1934. Mais, depuis ces derniers mois, une baisse se manifeste de façon très sensible. Aux États-Unis, le carburant est relativement bon marché, même lorsqu'il possède un nombre d'octane élevé (jusqu'à 70 couramment, contre 60 seulement en France) ; aussi le souci de l'économie dans la consommation est d'un intérêt secondaire pour les constructeurs. Ceux-ci se préoccupent surtout maintenant de la réalisation du confort le plus exigé par l'usager. La qualité de la suspension, le silence de tous les organes, la ventilation, la climatisation de l'air sont les qualités dominantes de la voiture américaine, ce qui la fait rechercher même en Europe pour les cylindrées supérieures à 4 litres, en dépit des frais de transport et de douanes quasi prohibitifs pour certains pays comme la France. L'agrément de la conduite résulte évidemment, en Amérique, de l'emploi à peu près général de moteurs puissants (112 ch en moyenne), d'où reprises nerveuses et accélérations rapides, que ce soit pour les 6 cylindres ou les 8 cylindres, ces dernières tendant à diminuer notablement. Par contre, voici des 12 et 16 cylindres parmi les nouveaux modèles 1938. D'importants perfectionnements ont été réalisés dans la commande des boîtes de vitesses (automatiques ou semi-automatiques (1)). L'usage de la direction très démultipliée se confirme et, bien entendu, les freins hydrauliques figurent, comme en 1937, sur plus de 80 % des nouveaux modèles construits cette année.

On oppose fréquemment, pour les comparer, les voitures américaines et les voitures françaises. Les unes et les autres ont leurs partisans et leurs détracteurs. Il y a, à notre avis, à faire une discrimination entre deux points de vue complètement différents, desquels on peut se placer pour juger la voiture américaine : d'une part, la conception générale de la voiture, et, d'autre part, l'exécution de ses éléments et les solutions mécaniques utilisées.

Si l'on considère l'ensemble des voitures américaines, on ne peut manquer d'être frappé de ce fait qu'à une seule exception près (et une exception très récente) la plus petite voiture américaine a un moteur de plus de 3 litres de cylindrée. Du côté français, par contre, si l'on regarde les voitures qui ont le plus la vogue dans le public, on voit que la cylindrée de leur moteur se tient aux

environs de 2 litres, ou 2,5 litres au maximum, et qu'elle est très souvent inférieure à ce chiffre. On peut donc dire que la voiture américaine est une voiture à gros moteur, alors que la voiture française est une voiture à petit moteur, et de là découlent la plupart des caractéristiques qui font la personnalité de l'un et de l'autre véhicule.

Mais pourquoi les voitures américaines ont-elles de gros moteurs, et pourquoi les voitures françaises se tiennent-elles à des cylindrées comprises entre 1 litre et 2,5 litres ?

Il y a, je crois, à cela deux causes principales : tout d'abord, la forme sous laquelle l'impôt a été perçu en France, touchant l'automobile. Puis les conditions différentes de l'utilisation de l'automobile aux États-Unis et en France.

Nous avons connu, on le sait, pendant de très longues années, l'impôt à la cylindrée. Nos voitures étaient imposées proportionnellement à la capacité de leurs moteurs,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 249, page 223.

d'où les tendances très nettes — et d'ailleurs parfaitement naturelles — de nos constructeurs à ne faire que des petits moteurs. Comme il fallait, bien entendu, que les voitures fussent tout de même capables d'assurer un service correct et, par conséquent, de marcher vite, de transporter au moins quatre voyageurs et souvent davantage, le constructeur français a travaillé plus spécialement la puissance spécifique du moteur, c'est-à-dire la puissance que peut donner chaque litre de cylindrée. Pour obtenir cette puissance, il a fallu tout naturellement faire tourner les moteurs à grande vitesse et, en même temps, utiliser des taux de compression élevés.

Après l'impôt à la cylindrée, nous connaissons maintenant l'impôt à la consommation, puisque l'essence, aliment essentiel de nos voitures, est vendue à un prix tel que la valeur intrinsèque du produit n'entre dans le total que pour moins de 33 %, les impôts constituant les deux autres tiers. Il en résulte une tendance très caractérisée de la voiture française moderne : voiture de faible consommation.

Constatons d'ailleurs qu'impôts à la cylindrée ou impôts à la consommation conduisent, à certains égards, à des solutions à peu près identiques : moteurs légers et, par conséquent, de faible cylindrée et tournant vite, et aussi et plus encore que du temps de l'impôt à la cylindrée, moteurs à forte compression.

Un moteur à régime de rotation élevé, très fortement comprimé, est presque obligatoirement un peu bruyant. D'ailleurs, la petite voiture sur laquelle il est monté étant destinée à une classe nombreuse de

propriétaires, venue depuis peu — pour une grande partie — à la locomotion automobile, on a estimé, à tort ou à raison, que ceux-ci accepteraient plus facilement une voiture quelque peu bruyante, étant entendu qu'une voiture parfaitement silencieuse ne pouvait être produite qu'à un prix nettement plus élevé.

Les accessoires qui augmentent le confort intérieur des voitures, et dont le prix vient naturellement augmenter le prix total du produit, ont été, pour la même raison, quelque peu négligés.

Par contre, la qualité de nos routes, leur tracé en général, la bonne visibilité qu'elles présentent (et cela depuis que l'automobile existe et même avant) ont toujours fait de la France le pays des grandes vitesses ; d'où pour la voiture française une qualité extrêmement précieuse qu'on n'a d'ailleurs jamais cherché à lui contester : une excellente tenue de route.

Comme la tenue de route

est difficilement compatible avec une suspension très douce, on s'accommode, chez nous, d'une suspension un peu quelconque.

Pour être juste, nous devrions mettre au passé ces affirmations. Mais à un passé encore assez proche. Il est incontestable, en effet, que, depuis deux ou trois ans, nos constructeurs font des efforts certains et importants dans la poursuite du confort, du silence et de l'habitabilité de la voiture.

Les caractéristiques de l'automobile américaine

Côté américain, que voyons-nous ? D'abord une diffusion extrêmement considérable de la voiture automobile : à l'heure actuelle, il y a aux Etats-Unis une voiture pour

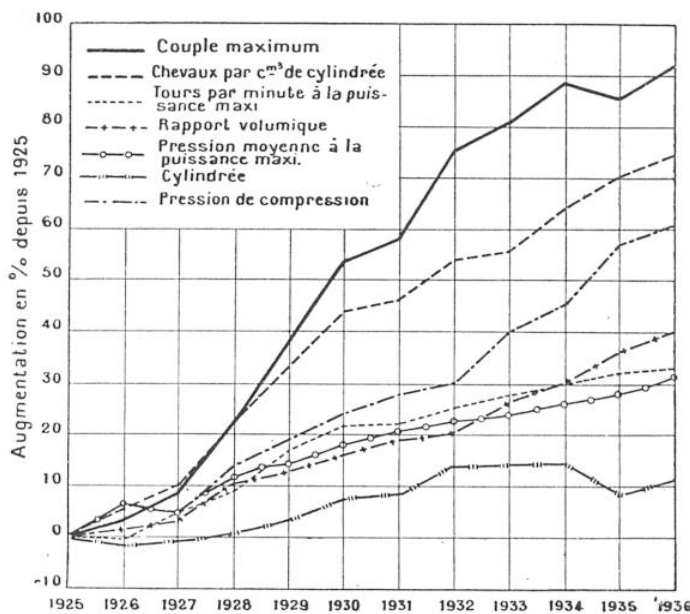


FIG. 1. — LES TENDANCES DANS LA CONSTRUCTION DES MOTEURS D'AUTOMOBILES AUX ÉTATS-UNIS DEPUIS 1925. On remarque notamment l'accroissement du couple maximum, du nombre de chevaux par cm^3 de cylindrée (puissance spécifique) et de la pression de compression, rendu possible par l'emploi de carburants à nombre d'octane élevé (66 et même 70).

quatre habitants, alors qu'en France, la proportion est cinq fois moindre.

En raison de la vie plus facile et du goût plus prononcé de l'Américain pour la dépense, on a toujours cherché, dans la voiture américaine, un aspect général meilleur, un plus grand luxe apparent.

Comme l'essence coûte très bon marché aux Etats-Unis, la consommation joue peu.

La construction ne sera donc pas affectée, au moins d'une façon essentielle, par des préoccupations du même ordre que chez nous.

La circulation, aux Etats-Unis, a été longtemps réglementée d'une façon étroite par une limitation de la vitesse maximum, limitation qui a d'ailleurs été supprimée il y a quelques années. Il n'en reste pas moins que la densité énorme des voitures dans certaines régions des Etats-Unis, là précisément où se trouve le marché le plus développé pour l'automobile, empêche d'utiliser pratiquement une vitesse élevée pendant très longtemps. Ce n'est donc qu'exceptionnellement qu'on roulera vite avec des voitures

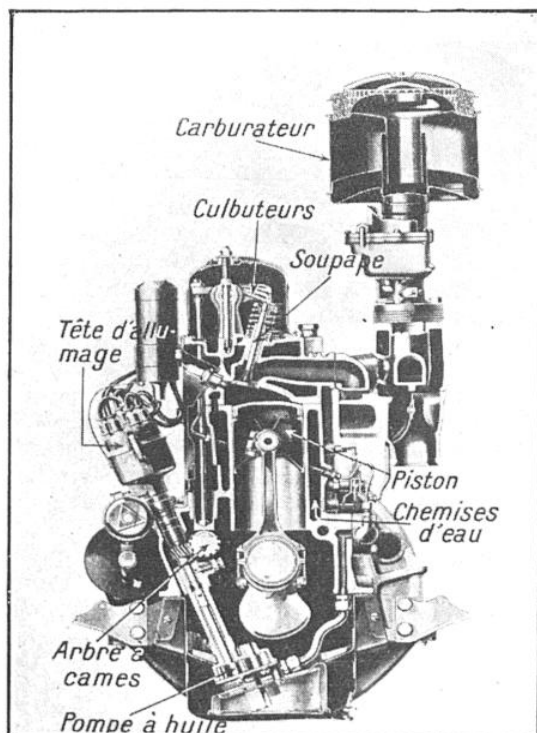


FIG. 2. — COUPE TRANSVERSALE DU MOTEUR « CHEVROLET » POUR VOITURE DE TOURISME. Remarquez les chemises d'eau qui descendent jusqu'en bas des cylindres, assurant l'uniformité de la température et augmentant la rigidité de l'ensemble.

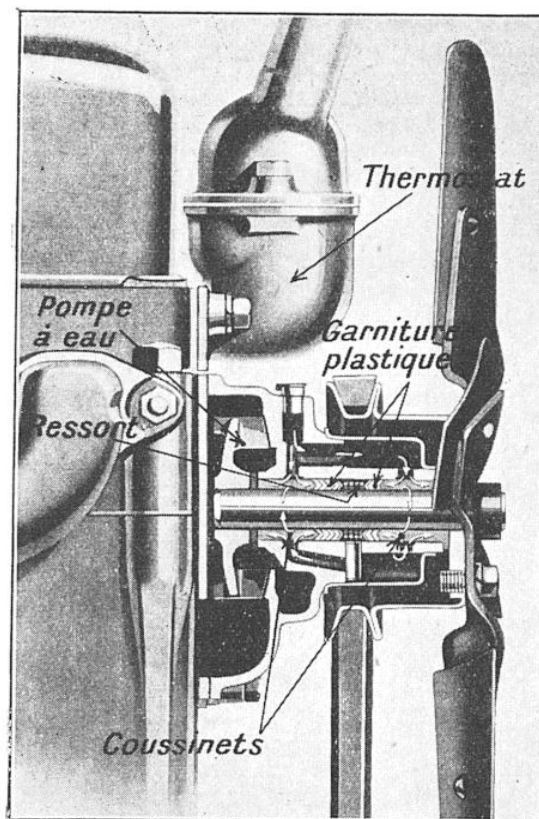


FIG. 3. — COUPE PAR L'AXE DE LA POMPE A EAU DU NOUVEAU MOTEUR « CHEVROLET ». Le presse-étoupe est supprimé et remplacé par une garniture qu'un ressort maintient automatiquement étanche. Des trous sont prévus pour que le graissage s'effectue toujours correctement.

américaines. On pourra par suite, sans inconvénient, leur donner une très grande douceur de suspension et de direction en sacrifiant quelque peu les qualités de tenue de route.

Et de ces circonstances est née la formule générale de la voiture américaine d'autrefois et d'aujourd'hui, formule qui ne s'est pas modifiée dans son principe, à savoir : voiture importante possédant des reprises énergiques sans exiger une manœuvre très fréquente du changement de vitesse... donc, moteur de forte cylindrée et à couple important, voiture silencieuse, réalisée plus facilement qu'avec nos moteurs petits et très rapides. Enfin, en raison des immenses possibilités que donne aux constructeurs un pays où les matières premières sont abondantes et bon marché, où les acheteurs sont extrêmement nombreux et permettent par

conséquent la fabrication en très grande série, on n'hésite pas à rechercher tous les éléments de luxe qui, aux Etats-Unis, ne sont pas payés trop cher, alors que, chez nous, ils conduiraient à un prix de revient qui rendrait la vente de la voiture plus difficile.

La conception générale de la voiture américaine est donc différente de celle de la voiture française, et cela s'explique ainsi que nous avons cherché à l'exposer. Ce serait donc, croyons-nous, une erreur de vouloir imposer aux constructeurs français le type de voiture américain, ce que, d'ailleurs, on a trop souvent cherché à faire.

Il y a, par contre, un domaine où les constructeurs du monde entier ont intérêt à étudier les méthodes américaines et à s'en inspirer : c'est en ce qui touche les solutions mécaniques, la conception et l'exécution de certains organes des voitures. En raison précisément des énormes possibilités de son marché, l'Amérique est plus à même que nous d'industrialiser rapidement une solution nouvelle et, par suite, d'en mettre la valeur en évidence. C'est surtout à ce titre que l'examen des voitures américaines peut nous apporter des enseignements.

La construction en grande série

Ceci dit, voyons comment la construction américaine se présente à l'heure actuelle et surtout comment s'oriente son évolution, ce que nous permet de faire le dernier Salon de New York, qui a été longuement et très sérieusement étudié dans les revues américaines.

Une remarque liminaire s'impose : on constate, à chaque Salon américain, des changements souvent profonds et radicaux dans la présentation et même, parfois, dans la construction des types de voitures les plus courants, alors que, chez nous, un type de voiture se poursuit pendant plusieurs années. Il est assez piquant de constater qu'autrefois la situation était exactement renversée, les modèles de voitures changeant chaque année en France et durant beaucoup plus longtemps aux Etats-Unis. C'est la fabrication en série qui va nous donner l'explication de ce fait d'apparence paradoxale.

La construction en série est plus ancienne aux Etats-Unis qu'en France. Alors qu'en France on construisait individuellement les voitures, on les fabriquait déjà en grande série en Amérique. Il était, par suite, plus facile, à l'époque dont nous parlons, de modifier les modèles chez nous, puisque l'outillage de fabrication se réduisait à fort peu de chose, alors qu'au contraire, pour la fabri-

cation de série, l'outillage constitue un élément important des frais de fabrication.

Aujourd'hui, en France comme en Amérique, on fabrique en série. Mais séries beaucoup plus réduites chez nous qu'aux Etats-Unis, puisque, alors que là-bas on construit par an entre 4 et 5 millions de voitures, on en fabrique chez nous à peine 200 000. Les Américains peuvent donc amortir leur outillage très aisément en un an et, par suite, changer de modèle tous les ans s'ils le désirent, tandis que nous, pour conserver une construction à frais raisonnables, nous devons obligatoirement poursuivre les séries pendant plusieurs années.

Les moteurs américains

La puissance des moteurs des voitures américaines augmente d'année en année : si l'on ne tient pas compte de modifications accidentelles provoquées par la disparition d'un ou deux types de voitures de très forte puissance et d'ailleurs peu répandus, on constate que cette loi d'augmentation se vérifie cette année encore : en moyenne, les moteurs américains des modèles exposés cette année ont une puissance de 112 ch ; en France, la moyenne ressort à moins de 30 ch. La comparaison est édifiante.

Cette puissance sans cesse croissante est obtenue surtout par une augmentation de la vitesse moyenne, qui passe de 3 556 tours-minute en 1936 à 3 570 en 1937. (La vitesse moyenne des moteurs français est quelque peu supérieure.)

Les taux de compression augmentent aussi, passant de 6,25 à 6,33. Là, je crois que les Américains vont plus vite que nous. C'est évidemment parce qu'ils disposent de combustibles de meilleure qualité. De très gros progrès ont été faits au cours des dernières années pour améliorer le pouvoir indétonant de l'essence en Amérique. En France, nous en sommes encore à l'essence de tourisme, à 60 d'octane (1), alors qu'en Amérique, on trouve partout de l'essence à 66 et même 70 d'octane, à un prix qui ne peut pas être mis en comparaison avec celui de nos super-carburants.

Sur quarante-six types de moteurs exposés, douze comportent des culasses en aluminium et six autres peuvent en recevoir sur demande ; il y a donc entre le tiers et la moitié des moteurs pour lesquels on a adopté les métaux légers pour les culasses : autre point en faveur des fortes compressions.

(1) Les plus grands producteurs français de carburants ont mis — ou vont mettre — sur le marché des carburants tourisme à 65 d'octane.

La majorité des moteurs français se contentent de 4 cylindres. En Amérique, le « 4 cylindres » constitue une exception rare. Les voitures bon marché ont des moteurs à 6 cylindres. Les moteurs à 8 cylindres, généralement en V, à 12 cylindres et même à 16 cylindres ne sont pas rares : là encore, conséquence de la grande série ; une fois que l'outillage est fait, un moteur à 6 ou 8 cylindres n'est pas beaucoup plus coûteux qu'un moteur à 4 cylindres. Il en est autrement chez nous où, en raison des petites cylindrées d'abord, le grand nombre de cylindres ne s'impose pas, et surtout où l'outillage nécessaire ne pourrait être amorti que sur un petit nombre d'objets fabriqués.

On observe, sur la plupart des moteurs américains, la tendance à abaisser jusqu'en bas des cylindres le fond des chambres de circulation d'eau, ce qui rend plus homogène la dilatation du métal et augmente le moment d'inertie transversal du moteur, circonstance favorable pour éviter les vibrations transversales. Certains constructeurs, pour maintenir la rigidité du cylindre (indispensable surtout pendant la période d'usinage), conservent un cordon de renforcement vers le milieu de sa hauteur.

Sur certains moteurs, la course du piston a été augmentée, le rapport course sur alésage devenant ainsi un peu plus grand. Tendance tout à fait raisonnable avec l'augmentation du taux de compression, puisqu'on peut ainsi plus aisément réaliser des formes de culasses convenables.

Dans les moteurs à cylindres en V, on signale comme nouveauté le moteur « Cadillac » 16 cylindres, dans lequel les deux

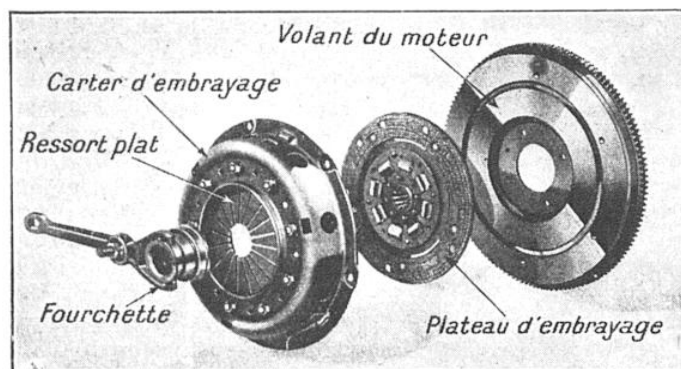


FIG. 4. — L'EMBRAYAGE « CHEVROLET » DÉMONTÉ POUR METTRE EN ÉVIDENCE LA DISPOSITION DU RESSORT. Les ressorts à boudin ordinaires sont ici remplacés par un grand ressort plat constitué par un disque d'acier découpé. La loi de flexibilité de ce disque diffère nettement de celle des ressorts à boudin ordinaires (voir figure 6).

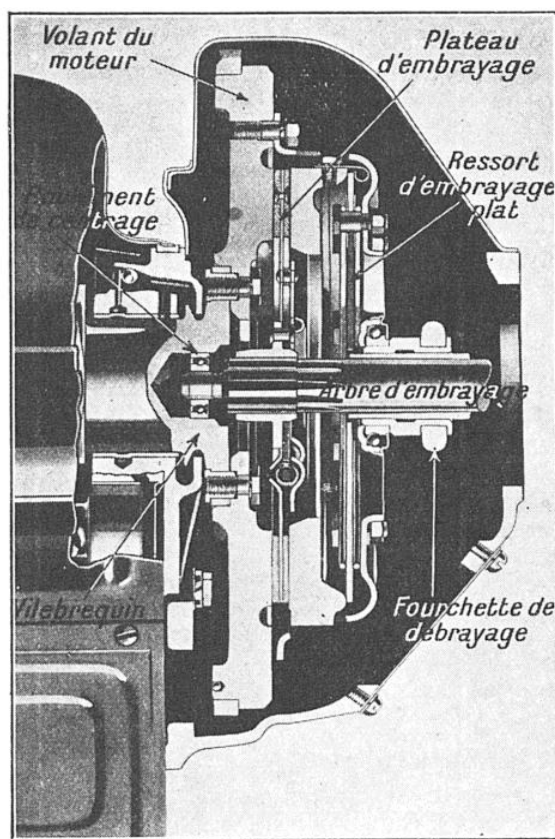


FIG. 5. — COUPE PAR L'AXE DU NOUVEL EMBRAYAGE A RESSORT PLAT « CHEVROLET »

groupes font entre eux un angle de 135° , alors qu'en général on donne à cet angle la valeur de 45° . Une analyse même très rapide montre que la bonne répartition des explosions et l'équilibrage sont tout aussi faciles avec un angle de 135° qu'avec l'angle de 45° . Un grand angle entre les cylindres présente comme avantage d'abaisser le centre de gravité et surtout d'offrir une place beaucoup plus importante pour tous les accessoires qui peuvent ainsi se loger entre les deux rangées de cylindres : carburateurs, appareils d'allumage, filtres à air, pompes à essence, etc.

Pour l'allumage, on remarque sur le moteur « Hudson » une tentative faite pour donner aux pointes des bougies un écartement plus grand, ce qui entraîne naturellement un renforcement de la bobine d'allumage.

On sait, en effet, qu'au cours d'études assez récentes, on a cru constater une augmentation de puissance non négligeable consécutive à l'augmentation de l'énergie de l'étincelle aux bougies. Des expériences sont encore en cours dans la plupart des pays sur ce point qui est parfois controversé.

Sur plusieurs moteurs, on cherche à réaliser un échange de température assez actif entre l'huile de graissage et l'eau de refroidissement, dans le double but de réchauffer aussi rapidement que possible l'huile de graissage après la mise en marche, favorisant ainsi la lubrification du moteur, et de limiter la température de cette huile lorsqu'on pousse le moteur pendant longtemps. Ce résultat est obtenu en général en faisant suivre à l'huile une canalisation complètement noyée d'autre part dans l'eau de refroidissement.

Un accessoire du moteur qui a donné longtemps des ennuis assez agaçants, c'est la pompe à eau. Le presse-étoupe de pompe à eau des nouveaux moteurs américains constitue un progrès important sur ce qui existait autrefois. L'arbre des pompes, qui porte souvent le ventilateur, est monté sur roulements à billes ou à rouleaux, ce qui assure une concentricité parfaite de cet arbre avec le corps de pompe et le soustrait à l'usure : la garniture du presse-étoupe est faite une fois pour toutes et ne comporte pas d'organes de réglage. Les presse-étoupe sont devenus ainsi complètement étanches.

Avant de quitter le moteur, un mot sur l'équipement électrique : beaucoup de dynamos sont plus puissantes qu'elles ne l'étaient l'année dernière, en raison des applications toujours plus importantes de l'électricité à bord des voitures. N'oublions pas, en effet, que plus d'un tiers des voitures construites en Amérique comportent un poste de T. S. F., et que la moitié à peu près ont, en plus, un système de réchauffage intérieur avec ventilateur électrique.

Les dynamos à régulateur de tension tendent de plus en plus à remplacer les dyna-

mos à trois balais ; c'est là une tendance qu'on peut également constater dans la construction européenne.

Embrayages et boîtes de vitesse

Dans le but de diminuer l'effort nécessaire sur la pédale d'embrayage, Chevrolet utilise un embrayage nouveau où les ressorts à boudin sont remplacés par un ressort plat à disque. Grâce à la disposition de ce ressort, la pression qu'on exerce sur la pédale pour débrayer décroît à mesure que la pédale s'enfonce, rendant ainsi les parcours en ville plus agréables.

Beaucoup de voitures emploient des embrayages centrifuges, généralement semi-automatiques : entendez par là qu'il est nécessaire d'agir sur la pédale pour débrayer, mais que, dans la position de l'embrayé, la pression des plateaux provoquée initialement par un ressort se trouve augmentée par l'action de masses centrifuges à mesure que la vitesse augmente : on peut ainsi débrayer sans effort important quand le moteur tourne lentement et cependant l'em-

brayage peut transmettre un couple élevé.

Pour la boîte de vitesse, une tendance très nette de la construction américaine, c'est d'utiliser des dispositifs auxiliaires pour manœuvrer la boîte de vitesse : dispositif de relais qui supprime l'effort direct que le conducteur a autrement à exercer, ou bien dispositif automatique ou semi-automatique comme celui que nous avons décrit dans un récent article à propos de la boîte « Oldsmobile » (1). Rappelons que la boîte semi-automatique « Oldsmobile », construite par la General Motors, est également utilisée sur les voitures « Buick ». Dans ce type de boîte, le passage de première à seconde vitesse, d'une part, et de troisième à quatrième, d'autre part, se fait automatiquement, le passage de seconde en troisième étant commandé à la main.

Dans les boîtes où un simple relais est

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 249, page 223.

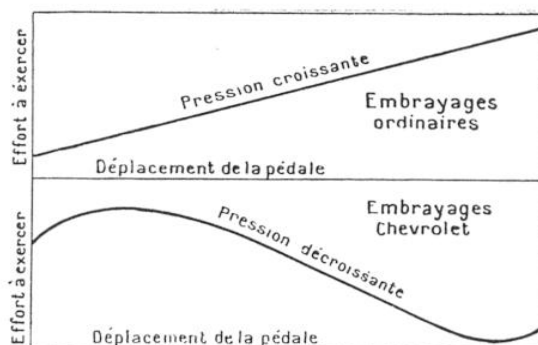


FIG. 6. — COURBES ILLUSTRANT LA LOI DE FLEXIBILITÉ DES RESSORTS D'EMBRAYAGE A BOUDIN (EN HAUT) ET DU RESSORT PLAT « CHEVROLET » (EN BAS)

La pression qu'il est nécessaire de maintenir sur la pédale est, dans le premier cas, proportionnelle à la flexion des ressorts. Dans le second cas, elle finit par devenir très faible quand l'embrayage est complètement débrayé : la fatigue du conducteur se trouve donc fortement diminuée.

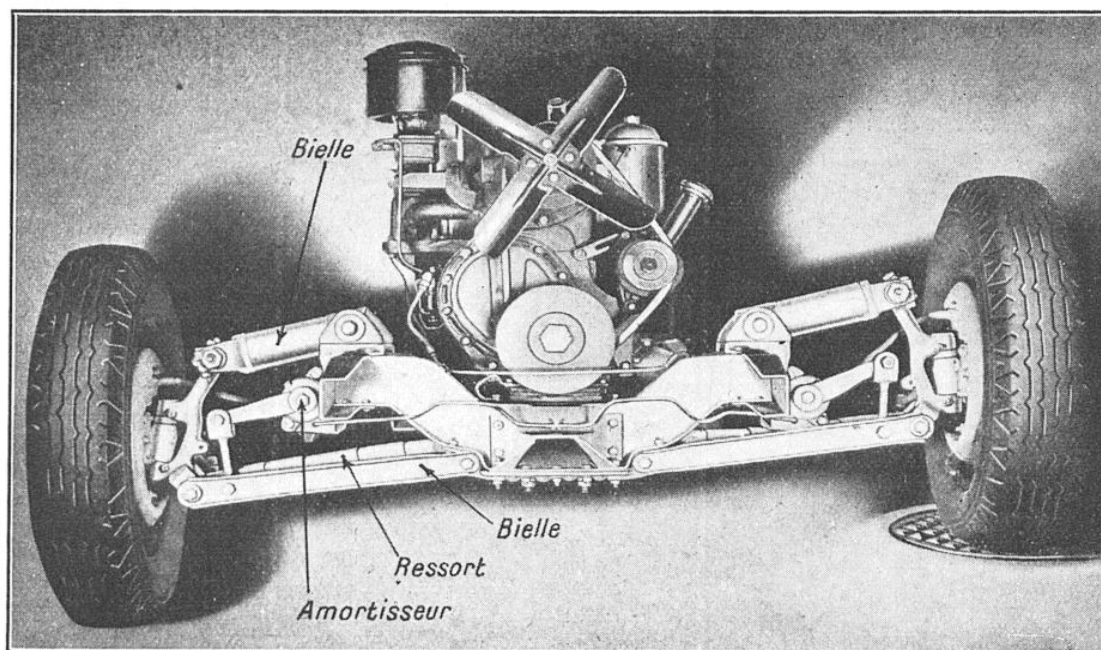


FIG. 7. — SUSPENSION AVANT A ROUES INDÉPENDANTES DE LA VOITURE « STUDEBAKER »
La suspension se fait par roues indépendantes avec un ressort transversal plat et des bielles de poussée constituant un ensemble articulé en forme de simili-parallélogramme. L'amortisseur est indépendant.

prévu, c'est souvent à la commande dite du « doigt électrique » de « Bendix » que l'on a recours : le conducteur n'a à agir que sur une simple petite manette qui, au moyen de valves électriques, met en œuvre des cylindres à dépression qui provoquent à leur tour le coulissement des baladeurs.

En tout état de cause, le levier de changement de vitesse — placé autrefois à côté du conducteur et au milieu de la voiture —

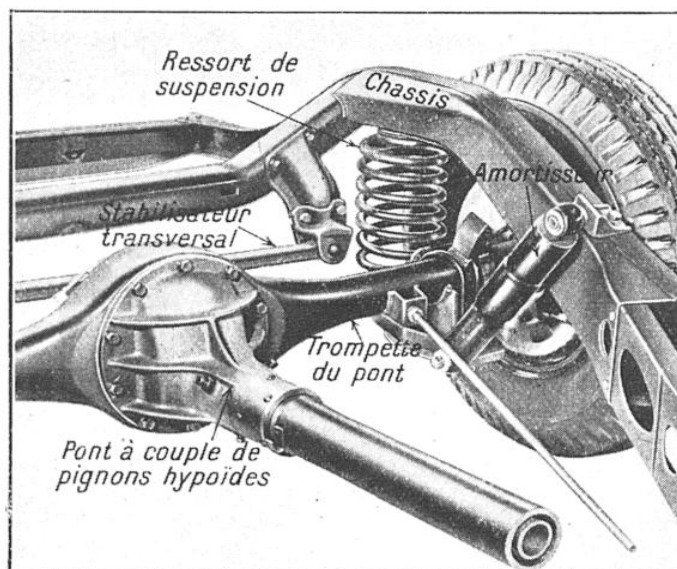


FIG. 8. — SUSPENSION ARRIÈRE DE LA VOITURE « BUICK »
PAR DES RESSORTS A BOUDIN

Remarquer, outre le stabilisateur transversal anti-roulis, les amortisseurs « Telescopique » et la disposition particulière du pont, due à l'utilisation d'engrenages hypoides qui permettent d'abaisser l'arbre à cardan. En effet, dans ce système d'engrenages, l'axe du pignon de l'arbre de transmission est situé au-dessous de celui de la couronne du pont arrière.

vient se placer maintenant sous le volant, dégageant ainsi complètement l'ensemble des places avant, puisque le levier de frein était déjà venu sur la planche-taillier depuis environ deux ans.

Les Américains nous ont présenté comme une nouveauté le fait de placer le levier de vitesse sous le volant. Rappelons cependant que nous avons connu en France une disposition de ce genre, d'abord sur les voitures

d'« Amédée Bollée fils » où on n'a jamais placé le levier autrement, puis simultanément sur les « De Dion » et les « Darracq ».

La boîte de vitesse dite « overdrive », ou boîte à quatrième surmultipliée, est en faveur cette année aux Etats-Unis ; on sait que, depuis bien longtemps, les Américains se cantonnaient étroitement dans la boîte à trois vitesses, la troisième étant en prise directe. Cette formule — parfaitement convenable sur des voitures rarement utilisées à leur vitesse maximum, mais qui étaient

Enfin, certaines boîtes de vitesses ont un changement automatique pour passer de la prise directe à l'« overdrive ».

Dans les ponts arrière, on utilise — sur les deux tiers des voitures environ — des engrenages hypoides dans le but évident d'abaisser autant que possible l'arbre à cardan et, par suite, l'ensemble de la caisse.

Suspension, direction

La suspension par roues indépendantes s'étend peu à peu, aux Etats-Unis, non seu-

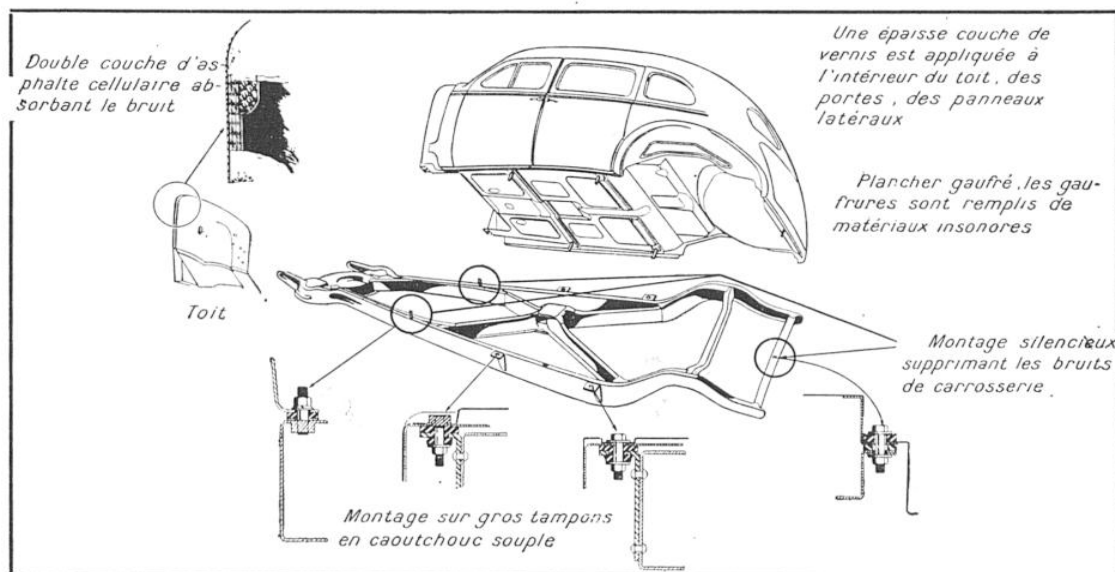


FIG. 9. — LE MONTAGE SILENCIEUX DE LA CARROSSERIE SUR LA VOITURE « BUICK »

La caisse est complètement isolée du châssis par de gros tampons en caoutchouc, de façon à éviter la transmission des vibrations. Le silence pendant le fonctionnement de la voiture est obtenu grâce à cet isolement et aussi grâce à l'interposition, sur toutes les surfaces des panneaux, de couches de vernis ou d'asphalte qui amortissent les vibrations. Le confort réalisé est ainsi notablement accru.

sans cesse, au contraire, en régime d'accélération — a été reconnue insuffisante avec l'amélioration des routes. D'où une quatrième vitesse surmultipliée, présentée comme un perfectionnement sensationnel. Ne manquons pas de signaler qu'on peut réaliser exactement les mêmes rapports de transmission avec une boîte à quatre vitesses à prise directe en quatrième, à la condition, bien entendu, de choisir comme il convient la démultiplication du pont.

Avec la boîte surmultipliée, la démultiplication générale de la transmission entre le moteur et les roues est toujours faible, ce qui permet, lorsqu'on roule vite, d'avoir un fonctionnement très silencieux du moteur. Plusieurs boîtes comportent d'ailleurs la roue libre sur l'« overdrive ».

lement aux roues avant, mais encore, dans certains cas, aux roues arrière. Buick, par exemple, vient de l'adopter et utilise des ressorts à boudin.

Les systèmes de suspension, qui ne comportaient primitivement que de simples ressorts et qui se sont complétés par la suite d'amortisseurs, comprennent maintenant presque toujours un stabilisateur transversal, et même, parfois, un amortisseur de roulis supplémentaire.

Dans toutes les voitures américaines, les suspensions seront très douces, *berceuses*, comme on dit, ce qui rend la voiture très agréable aux petites allures, mais présente certains inconvénients aux grandes vitesses.

Les directions sont toujours très démultipliées, donnant lieu à une remarque ana-

logue à celle que nous venons de faire sur les suspensions.

Formes générales et carrosseries

On a pu remarquer, depuis deux ans environ, la tendance générale à faire déborder le capot en avant de l'essieu avant, alors qu'autrefois, une voiture qui se piquait d'avoir de la ligne avait son radiateur exactement à l'aplomb de l'essieu avant. Cette tendance se manifeste d'une façon très apparente en Amérique, aggravée chez certains constructeurs parce qu'on appelle le capot *surplombant* : la partie supérieure avant du capot débordé vers l'avant par rapport à la partie inférieure, ce qui donne à la voiture une silhouette très particulière.

De gros travaux sont faits en Amérique pour le silence et la ventilation des carrosseries. Les voitures « Buick », par exemple, ont la caisse séparée du châssis par des gros tampons en caoutchouc très souple, ce qui supprime toute transmission du bruit et des vibrations.

En plus, le plancher de la voiture — qui est en tôle — est gaufré, les gaufrures étant remplies de matériaux insonores. Enfin, une épaisse couche de peinture insonore est appliquée à l'intérieur du toit, des portes et des panneaux latéraux.

Le conditionnement de l'air des carrosseries fait l'objet de la préoccupation des constructeurs américains, non seulement en vue de le réchauffer pendant la saison froide (utilisation très générale de réchauffeurs à eau, avec ventilateurs électriques), mais

encore pour rafraîchir cet air pendant l'été et assurer sa circulation sans que les occupants souffrent de courants d'air ; des dispositifs assez compliqués sont parfois utilisés dans ce but : prise d'air à l'avant de la voiture, l'air circulant entre deux parois sous la toiture et venant sortir en différents points du véhicule (1).

D'autres fois, la ventilation est assurée simplement par des volets latéraux en glace qu'on peut orienter facilement suivant les besoins.

On le voit, et ainsi que nous le disions au début, la préoccupation des constructeurs américains est largement dirigée vers la recherche du confort le plus minutieux : silence, douceur de suspension, climatisation de l'air, adaptation de postes de T.S.F. : la voiture devient de plus en plus un véritable salon ; d'ailleurs la

plupart des photographies publicitaires représentent des voitures entr'ouvertes avec une jeune femme élégante au volant, dont la toilette laisse entendre que la conduite ne présente aucune difficulté.

L'automobile est absolument et depuis longtemps passée dans les mœurs en Amérique ; elle est loin d'être considérée là-bas comme elle l'est chez nous, c'est-à-dire comme un objet de luxe. C'est sans doute qu'aux Etats-Unis une grosse majorité des électeurs ont leurs voitures, tandis qu'en France les automobilistes ne constituent encore qu'une minorité, et chacun sait que les minorités ont toujours tort.

HENRI PETIT.

(1) Ce dispositif existe sur la nouvelle « Peugeot-202 ».



FIG. 10. — LE NOUVEAU VOLANT DE LA VOITURE « OLDSMOBILE » PERMET, PAR LA DISPOSITION PARTICULIÈRE DE SES BRAS, D'APERCEVOIR CONSTAMMENT LES APPAREILS DE BORD. Le levier de changement de vitesse, que la conductrice tient entre les doigts, est placé au-dessous du volant, ce qui dégage complètement les places avant.

QUE SAVONS-NOUS MAINTENANT DE LA « NATURE » DES VITAMINES ?

Par Henri SIMONNET

DOCTEUR ÈS SCIENCES, DOCTEUR EN MÉDECINE
DIRECTEUR A L'ÉCOLE PRATIQUE DES HAUTES ÉTUDES

Les prix Nobel décernés en décembre dernier — par l'Académie suédoise des Sciences pour la Chimie et par l'Institut Carolin de Stockholm pour la Médecine — ont été attribués à trois savants qui, les uns dans le domaine de la Chimie, les autres dans celui de la Physiologie, ont efficacement contribué à élucider un même problème biologique capital : déterminer la nature des vitamines. Pour la Chimie, ce sont l'Anglais W.-N. Haworth et le Suisse Paul Karrer ; pour la Physiologie, c'est le Hongrois Szent-Györgyi. La Science et la Vie a exposé à plusieurs reprises le rôle des vitamines en physiologie animale (1). On les considère actuellement comme des « aliments » aussi indispensables à l'entretien de la vie, aux fonctions de croissance et de reproduction que le sont les matières albuminoïdes, les hydrates de carbone, les composés minéraux, par exemple, qui entrent dans la composition des tissus vivants. Par contre, au lieu d'être absorbées par l'homme (comme les autres aliments) à des doses évaluées en centaines de grammes, c'est seulement par milligrammes (ou même fractions de milligrammes) qu'est représenté le poids des vitamines dont l'apport quotidien et suffisant évite les maladies dites « de carence ». A la suite de minuscules travaux (dont les résultats furent du reste longtemps controversés), Szent-Györgyi a pu déterminer rigoureusement la nature chimique de la vitamine antiscorbutique (vitamine C). Ce fait fut confirmé par Haworth, qui parvint à réaliser (à partir des éléments carbone, hydrogène, oxygène) la synthèse de cette vitamine C. De son côté, Karrer a su préparer, lui aussi, par des méthodes analogues, la vitamine antixérophtalmique (vitamine A) et la vitamine d'utilisation nutritive (vitamine B₂). C'est grâce à ces travaux récents qu'on a pu établir la formule chimique et l'architecture moléculaire des six principales vitamines aujourd'hui connues, désignées sous les symboles suivants : A, B₁, B₂, C, D, E. Les physiologistes pressentent déjà l'existence d'un nombre au moins égal d'autres vitamines qui présenteraient une importance au moins comparable au point de vue soit du métabolisme de certains tissus, soit de la régulation de certaines fonctions physiologiques. Cette étude de la structure moléculaire des vitamines ne constitue encore qu'une des faces du problème biochimique — beaucoup plus général — qui consiste à interpréter leur action. Dans ce domaine, on peut dire que les modalités nous échappent presque entièrement ! Nous ignorons encore tout et de la structure chimique de la cellule, et aussi de son protoplasme avec lesquelles ces substances chimiques doivent entrer en combinaison. Le jour où les « chercheurs » actuels parviendraient à pénétrer intimement cette architecture si complexe, relevant à la fois de la biologie et de la médecine expérimentale qui a, au cours de ce siècle, enregistré de réels et sensationnels progrès, on peut affirmer, sans exagération, que la chimie biologique et la physiologie animale se seront encore enrichies de nouvelles conquêtes qui nous permettront de mieux connaître les êtres vivants.

L'œuvre de Haworth, Karrer et Szent-Györgyi

EN 1937, les titulaires du Prix Nobel pour la Chimie, ont été : Haworth et Karrer ; pour la Physiologie et la Médecine : Szent-Györgyi.

Il est curieux de constater que les travaux de ces trois savants — l'un Anglais, l'autre Suisse, le troisième Hongrois —

présentent de nombreux points communs, puisqu'ils ont contribué à l'éclaircissement d'un problème intéressant à la fois la chimie pure, la physiologie et la médecine : le problème de la nature des vitamines.

L'œuvre de W.-N. Haworth

Walter-Norman Haworth, directeur des laboratoires de chimie de l'Université de Birmingham, a consacré les ressources d'une splendide organisation matérielle et d'une

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 238, page 259.

collaboration nombreuse et dévouée à l'étude des hydrates de carbone, c'est-à-dire des sucres, des amidons, des celluloses.

Ces substances, qui représentent les plus simples des principes organiques, puisqu'ils ne sont composés que de trois éléments : carbone, hydrogène, oxygène, sont cependant de structure variée et complexe.

Le glucose, de formule brute $C^6H^{12}O^6$, constitue l'aliment énergétique par excellence, celui qui, par l'énergie chimique potentielle qu'il renferme, fournira, lorsqu'elle sera libérée par la combustion dans l'organisme, l'énergie nécessaire aux synthèses vitales, aux mouvements, à l'entretien de la température centrale. Il se présente sous des formes structurales inégalement utilisables par l'organisme.

Les mémorables recherches de E. Fischer sur l'origine et la formation des sucres, avaient déjà montré la complexité du problème. Haworth l'a étudié avec succès dans certains cas particuliers : arabinose, galactose, lactose, cellulose.

C'est ainsi qu'il a examiné dans quelle mesure l'hydrolyse fermentaire du lactose, qui dédouble ce disaccharide (sucre double) en ses deux hexoses (sucres à six atomes de carbone) constitutifs : glucose et galactose, était réversible, c'est-à-dire si le même ferment qui décomposait le sucre était ou non capable, à partir du glucose et du galactose, de reformer du lactose.

Mais son travail fondamental le plus récent et celui qui est venu, couronnement des autres, attirer particulièrement l'attention du monde savant est la réalisation de la synthèse de la vitamine antiscorbutique dont la nature chimique a été précisément découverte par Szent-Györgyi.

Disons donc tout de suite quelle est l'œuvre de ce dernier.

L'étude des phénomènes d'oxydation en biologie conduit Szent-Györgyi à la découverte de la vitamine « C »

Albert Szent-Györgyi, issu d'une famille hongroise d'universitaires, de médecins, de juristes, de philosophes, fut médecin pendant la guerre 1914-1919 ; il se consacre ensuite à la chimie biologique et devient, en 1930, professeur à la Faculté de Médecine de Szeged.

Ses premières recherches portèrent sur l'étude de la fonction de la glande surrénale, qui, pensait-il, devait jouer un rôle important dans les processus d'oxydation. Mais il estima bientôt que la connaissance scientifique générale du mécanisme des phéno-

mènes d'oxydation était insuffisante pour aborder avec fruit ce problème particulier de physiologie animale, et il consacra ses efforts à l'étude générale du phénomène.

Il s'agit là, en effet, d'un des processus les plus importants de la biologie, aussi bien animale que végétale, puisque tous les êtres vivants respirent et que l'on sait, depuis Lavoisier, qu'ils absorbent de l'oxygène et qu'ils rejettent de l'acide carbonique et de l'eau provenant de l'oxydation des matières organiques.

Györgyi étudia donc les divers systèmes d'oxydation qui prennent naissance dans les tissus végétaux et il porta son attention sur les plantes dites *peroxydasiques*. Ces plantes contiennent un ferment qui décompose les peroxydes, tels que l'eau oxygénée (H^2O^2), en libérant de l'oxygène qui peut oxyder une substance appropriée. Ainsi, un peroxyde, en présence d'un phénol et en l'absence de peroxydase, ne donne pas de coloration ; si, au contraire, la peroxydase est présente, le liquide prend une coloration bleue.

Mais où l'observation patiente et minutieuse intervient, où la nécessité de surveiller étroitement les conditions d'une expérience et son évolution se révèle indispensable, c'est quand Szent-Györgyi, opérant avec certains sucres de plantes, observa que, si le suc est préparé rapidement et utilisé sans délai, la quantité de peroxyde nécessaire pour obtenir la réaction est beaucoup plus élevée que si le suc est préparé depuis quelques heures.

Tout se passe comme si une substance réductrice plus avide que le phénol de l'oxygène libéré par l'action de la peroxydase sur le peroxyde empêchait l'oxydation du phénol de se produire. Il était donc nécessaire de caractériser et d'isoler cette substance réductrice.

C'est ce que Szent-Györgyi réussit dans une longue série de travaux minutieux et patients, et il démontra que le corps cristallisé réducteur qu'il avait isolé était une substance de la nature des hydrates de carbone, de formule brute $C^6H^8O^6$, qu'il dénomma *acide hexuronique*. Cette substance était remarquable entre toutes les substances réductrices ternaires par son pouvoir de fixer de l'oxygène en milieu acide. Cette fixation est d'ailleurs, dans une certaine mesure, réversible, l'oxygène fixé sur l'acide hexuronique pouvant être cédé à une autre substance oxydable ou déplacé par des agents réducteurs.

L'acide hexuronique se comporte donc

dans le milieu cellulaire complexe qu'est la cellule comme un des agents qui règlent le potentiel d'oxydo-réduction de la cellule (1), c'est-à-dire qui contribuent à assurer le maintien de l'équilibre entre les processus d'oxydation et les processus de réduction, équilibre nécessaire pour que la cellule puisse vivre.

Jusqu'à présent nous sommes bien loin des vitamines, mais ce n'est qu'en apparence seulement. En effet, l'existence de cet acide hexuronique, ses propriétés chimiques remarquables attirèrent l'attention sur lui, d'autant plus que des recherches parallèles — celles de Tillmans en particulier — avaient montré que les tissus végétaux et animaux possèdent un pouvoir réducteur plus ou moins marqué, dont l'intensité est parallèle à leur pouvoir antiscorbutique. Et, petit à petit, l'idée fit son chemin dans divers pays, parmi les nombreux chercheurs intéressés à la question, que l'acide hexuronique présent dans tant de végétaux doués du pouvoir antiscorbutique, pouvoir antiscorbutique dont la fragilité vis-à-vis des agents oxydants est extrême, pourrait peut-être jouer un rôle dans la prévention ou la guérison du scorbut et représenter la vitamine antiscorbutique elle-même, d'où le nom d'*acide ascorbique* qui lui fut alors donné.

Rechercher où et chez qui cette idée na-

quit, dire qui l'exprima le premier d'une manière définitive sont des problèmes historiques dont la solution ne présente qu'un intérêt secondaire.

Il est plus intéressant de savoir que, presque simultanément, à quelques jours d'intervalle, King et Waugh, aux Etats-Unis, Szent-Györgyi et Svirbley, en Hongrie établissent

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 248, page 99.

saient sans contester que le scorbut expérimental pouvait être guéri par l'administration d'acide ascorbique.

Nous ne rappellerons pas les nombreuses recherches qui furent faites pour prouver cette identité hors de tout conteste, en particulier pour établir que l'acide ascorbique ne devait pas son pouvoir antiscorbutique à la présence d'une impureté qu'il aurait entraînée avec lui au cours des opérations délicates de son extraction.



ALBERT SZENT-GYÖRGYI, NÉ EN 1893, PRIX NOBEL DE MÉDECINE 1937

Ce savant hongrois, professeur à la Faculté de Médecine de Szeged, a isolé, le premier, la vitamine C au cours de ses recherches sur les phénomènes de respiration des tissus vivants.

La synthèse de la vitamine « C » ou vitamine antiscorbutique

De toutes les preuves qui furent données de l'identité de la vitamine antiscorbutique et de l'acide ascorbique, la meilleure, à coup sûr, et la seule définitive fut l'obtention de ce principe par synthèse et l'élucidation de sa structure moléculaire.

L'obtention par voie de synthèse, c'est-à-dire à partir des éléments : carbone, hydrogène, oxygène, azote, etc., d'un corps composé, représente, pour le chimiste, une véritable victoire qui affirme sa puissance, surtout lorsqu'il s'agit de corps organiques de structure complexe, généralement élaborés par les organismes vivants et qui apparaissent comme une des manifestations caractéristiques de la vie.

La synthèse de l'acide ascorbique a été réalisée simultanément par Reichstein et par Haworth, et leurs nombreux collaborateurs. Elle peut être réalisée à partir du xylose, sucre à cinq atomes de carbone, qui existe à l'état naturel dans la gomme des arbres, dans la moelle du sureau. Depuis, d'autres méthodes ont été élaborées, en particulier celle de Micheel, qui permet d'obtenir l'acide ascorbique à partir du glucose.



WALTER-NORMAN HAWORTH, NÉ EN 1883, PRIX NOBEL DE CHIMIE 1937

Ce savant anglais, directeur des laboratoires de chimie de l'Université de Birmingham, a réalisé la synthèse de la vitamine C (vitamine antiscorbutique).

Les grandes étapes de la connaissance de la vitamine antiscorbutique paraissent donc franchies quand les expérimentateurs se sont aperçus que, probablement, d'autres principes étaient peut-être nécessaires pour que son action soit complète. Des recherches récentes de Szent-Györgyi tendent, en effet, à montrer qu'il existerait, à côté du principe déjà connu, un second principe antiscorbutique : la vitamine *P*, ou citrine, qui fait partie du groupe des flavones.

L'œuvre de Paul Karrer et la synthèse de la vitamine « *B*₂ »

Paul Karrer, de l'Université de Zurich, est aussi depuis longtemps engagé dans les recherches de chimie organique qui portent surtout sur les amidons végétaux et sur le glycogène, amidon animal.

Mais il a étudié avec prédilection, dans ces dernières années, deux vitamines : la vitamine *A* — ou plus exactement le carotène, substance mère de la vitamine *A* — et la vitamine *B*₂.

Le carotène est un pigment jaune connu depuis plus de cent ans, qui se trouve en abondance dans la carotte et dans les feuilles vertes à côté de la chlorophylle.

Karrer et ses collaborateurs ont montré la pluralité des carotènes et proposé une formule de structure à partir de laquelle celle de la vitamine *A* a pu être établie. D'autre part, il a contribué à l'obtention de la vitamine *A* par synthèse.

Mais ses recherches les plus remarquables sont relatives à la vitamine *B*₂.

Longtemps confondue avec la vitamine *B*₁ sous le nom de vitamine *B*, la nature de la vitamine *B*₂ a été révélée par les travaux de Kuhn, qui l'a isolée à l'état de pureté du petit-lait, sous le nom de « lactoflavine », l'identifiant à des pigments déjà entrevus, en 1879, par Blyth et que Szent-Györgyi, en 1932, avait retrouvés dans le muscle de porc, au cours de ses études sur les processus d'oxydo-réduction. Karrer, à la suite de longues et nombreuses recherches, a pu établir la structure de la lactoflavine et l'obtenir par synthèse. Ce travail remarquable, dont le détail ne peut être exposé ici, a conduit à l'obtention, par les moyens

de laboratoire, d'un principe qui s'identifie à la vitamine *B*₂ et qui se montre être un des constituants du « ferment jaune » dont Warburg a montré le rôle fondamental dans la respiration des tissus.

Les vitamines, infiniment petits chimiques dont l'action catalytique est indispensable à la vie

Voici donc trois savants dont les efforts ont été occupés par la recherche de la nature de ces principes auxquels le nom général de vitamines a été donné.

Que sont-elles donc, ces vitamines, dont l'intérêt humain doit être si grand pour que deux prix Nobel viennent, cette année, récompenser les efforts de ceux qui les ont découvertes ?

Tout le monde parle de vitamines et chacun sait qu'elles constituent des aliments nécessaires pour des organismes animaux, aliments aussi indispensables que le sucre, le sel, ou les matières azotées. La nature chimique de six d'entre elles est connue et l'on en pressent l'existence d'au moins autant encore. A côté des vitamines *B*₂ et *C*, « héroïnes » du prix Nobel, il faut rappeler les vitamines *A*, *B*₁ et *D*, qui sont respectivement la vitamine de croissance, la vitamine antinévrétique

et la vitamine antirachitique. Mais ce qui constitue la particularité fondamentale des vitamines, quand on les compare aux autres aliments, c'est qu'au lieu d'être absorbées par l'homme à la dose de grammes, c'est seulement par milligrammes ou fractions de milligramme que se chiffre le poids de l'apport quotidien nécessaire.

A ce point de vue, sans doute, il faut reconnaître que les vitamines ne se distinguent guère de certaines matières minérales, telles que l'iode, nécessaire aussi à l'état de traces ; les vitamines sont, comme certaines matières minérales, des infiniment petits chimiques, des principes oligodynamiques, dont la connaissance, le rôle ont été bien mis en évidence par les beaux travaux de G. Bertrand et de M. Javillier.

Les vitamines, comme les matières minérales, peuvent manquer dans certains aliments, causant des maladies par carence, et,



PAUL KARRER, NÉ EN 1889, PRIX NOBEL DE CHIMIE 1937
Ce savant suisse, professeur à l'Université de Zurich, a élucidé la constitution du carotène (dont dérive la vitamine A) et a réalisé la synthèse de la vitamine B₂.

de même que la privation d'iode est sinon la cause unique, du moins une cause fondamentale du goître, de même la privation de chacune des vitamines provoque des troubles en général suffisamment caractéristiques pour que l'on puisse prévoir, en se fondant simplement sur les manifestations cliniques présentées par un animal d'expérience, que telle ou telle vitamine manque dans son régime alimentaire.

Notons que les choses ne se sont pas toujours présentées sous un jour aussi simple. La notion d'une maladie causée par l'absence d'un principe dans l'organisme s'est montrée d'abord trop en opposition avec les doctrines médicales — qui ne reconnaissaient que des agents morbifiques directs : agents physiques, agents chimiques, agents biologiques — pour qu'elle puisse être adoptée sans avoir fourni ses preuves.

D'autre part, il apparaissait paradoxal, pour ne pas dire plus, de définir un principe par les effets de son absence. C'est pourquoi, pendant longtemps, beaucoup de savants souriaient quand ils entendaient parler de vitamines.

Et, cependant, l'expérience a montré qu'il ne s'agissait pas là d'une vue de l'esprit, puisque des maladies aussi vieilles que la civilisation : le scorbut, le bérubéri, se sont révélées être des maladies par carence, que des moyens thérapeutiques extrêmement simples, fondés sur l'hygiène alimentaire, suffisaient à prévenir.

Et l'expérience a montré combien la notion de maladies ou de troubles par carence était féconde. En effet, la recherche de la nature des besoins alimentaires exacts des organismes animaux n'est entrée dans une phase féconde qu'à partir du moment où les expérimentateurs se sont efforcés de reconstituer, morceau par morceau, une ration alimentaire, en se fondant sur les résultats des innombrables analyses chimiques de régimes alimentaires qui se montrent depuis des siècles satisfaisants pour l'entretien de l'homme et des animaux.

L'étude biologique de tels régimes artificiels a tout de suite révélé que, lorsqu'ils étaient reconstitués avec des principes alimentaires connus, la survie de l'animal d'expérience était impossible, tandis qu'elle devenait possible si l'on y introduisait des extraits de tissus animaux ou végétaux. Ces extraits devaient certainement apporter quelque chose d'utile, d'indispensable, puisqu'on pouvait, par des traitements physiques ou chimiques simples : action de la chaleur, action des bases ou des acides,

les priver de cette propriété particulière.

L'essai de ces régimes artificiels sur l'animal porte le nom d'analyse biologique des aliments ; associée à l'analyse chimique de cette partie indéterminée des aliments, qui se montrait douée de ces remarquables propriétés complémentaires vis-à-vis des régimes artificiels, elle a conduit à un double résultat : d'abord, faciliter les recherches des chimistes dans l'analyse de l'indéterminé alimentaire en leur apportant un réactif nouveau, le réactif-animal ; ensuite, aider à déterminer la nature des besoins alimentaires des organismes animaux.

Le réactif animal possède sur le réactif chimique un avantage considérable : c'est qu'il sait choisir, dans un mélange complexe, la substance qui lui est utile ; d'autre part, il est en même temps d'une extrême sensibilité puisque, convenablement manié, il permet, dans le cas de la vitamine antirachitique, par exemple, de déceler la présence de substances dont le poids est de l'ordre du millionième de gramme.

L'application de l'analyse biologique à l'étude des aliments azotés a conduit non seulement à montrer que ceux-ci sont représentés par le besoin de certains acides aminés, mais à faciliter la recherche et hâter l'identification de nouveaux acides aminés ; il en est de même dans l'étude du besoin de matières minérales.

Il ne faudrait toutefois pas croire qu'il s'agit là d'une méthode toute nouvelle : Pasteur en avait indiqué le principe et Raulin l'avait appliqué à l'étude des besoins alimentaires d'une moisissure : *Aspergillus niger*.

Ainsi les efforts patients de très nombreux chercheurs, souvent méconnus, sont nécessaires pour que progresse la science humaine, efforts combinés non seulement de savants explorant les mêmes disciplines, mais aussi travaillant dans des voies différentes. Et ces travaux resteraient souvent inféconds si les chercheurs ne s'associaient dans le temps, et aussi par delà les frontières naturelles de la langue ou artificielles des pays. Comme le disait Szent-Györgyi dans une conférence qu'il faisait à Paris en 1933 : « L'obtention de mes résultats n'a été rendue possible que grâce à la collaboration internationale la plus étroite. Partout et toujours, j'ai trouvé des mains amies et une hospitalité illimitée. En Angleterre, en Amérique, en Hollande, en France, etc. Très heureusement, la lumière des idéaux communs de l'humanité ne s'est pas encore éteinte dans le monde de la Science... »

H. SIMONNET.

COMMENT LES FORCES AÉRIENNES MILITAIRES SE RAVITAILLERAIENT-ELLES, AU COURS D'UNE GUERRE, EN ESSENCES D'AVIATION ?

DANS une récente étude, un général français a exposé, après d'autres auteurs qualifiés, comment se présente actuellement le problème du ravitaillement en carburants pour la France, surtout au point de vue de sa défense nationale. On sait que la politique de l'Office national des Combustibles liquides consiste, depuis une dizaine d'années, à importer des produits *bruts* d'une part, produits « crus » qui seront traités sur notre sol par des raffineries édifiées à cet effet. D'autre part, un tonnage déterminé de produits *finis* est également importé pour ne pas laisser les « pétroliers » maîtres de la situation, enclins qu'ils pourraient être à exagérer les prix intérieurs aux dépens du consommateur, surtout s'ils disposaient d'une sorte de monopole de fait. Mais, comme ces carburants liquides proviennent tous de l'étranger par voie de mer (que ce soit de l'U. R. S. S., de l'Irak, de la Roumanie ou d'Amérique), on est en droit de se demander quelle serait notre situation en cas de conflit armé. Le général Baratier a fait très judicieusement remarquer que les « tankers » (1) chargés de pétroles roumains et russes devraient, avant d'aborder dans nos ports, « défiler » devant les zones maritimes de neuf nations ! Pour ceux en provenance de l'Irak (république indépendante sous l'influence de l'Angleterre), ou débouchant du canal de Suez, ce nombre est réduit à six. Quant au pipe-line (2) qui achemine l'« huile » de Kirkuk, où elle jaillit, en deux branchements, l'un de 870 km vers Tripoli, l'autre de 1 012 km vers Haïffa, il serait particulièrement vulnérable étant situé en territoire syrien et libanais, voisin de la Turquie.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 247, page 47.

(2) Le pipe-line est en tuyaux d'acier, d'environ 50 cm de diamètre, enfouis dans la steppe syrienne à environ 1 m sous le sol creusé par des excavateurs mécaniques (voir *La Science et la Vie*, n° 205, page 23) traçant une tranchée gigantesque sur 1 860 km, à travers dunes et monticules de sable que chevauche parallèlement la ligne télégraphique, d'un bout à l'autre, afin de renseigner sur les « expéditions » et « réceptions » de naphte (quantités, heures de départ). Tous les 100 km, en vue de maintenir la pression voulue pour l'écoulement de l'huile à raison de

Le jeu des alliances peut, en cas de guerre, modifier considérablement — aussi bien pour l'Angleterre que pour la France — les lignes de leur ravitaillement métropolitain. L'hydravion comme le sous-marin auront leur mot à dire... Déjà, en 1914-1918, les communications des Alliés furent sérieusement menacées. C'est pourquoi la Grande-Bretagne s'est depuis longtemps préoccupée non seulement de protéger ses convois de navires-citernes à travers l'Océan aussi bien que dans la Méditerranée, mais, comme il faut parer à toute éventualité, elle a, en outre, établi un plan de fabrication d'essence synthétique destinée en particulier à alimenter les moteurs de son aviation, et c'est là un point capital. Enfin, elle semble devoir revenir en cette fin d'année à la politique plus intensive des stocks d'essences (aviation) constitués pour une année au moins de consommation.

L'essence d'aviation doit, en effet, présenter des caractéristiques spéciales répondant aux exigences des moteurs actuels que nous avons exposées ici (1). Rappelons que certaines essences naturelles extraites des gisements de naphte américains conviennent plus particulièrement et sont précisément employées pour préparer les carburants d'aviation réalisant l'indice d'octane voulu (2), et par suite les qualités antidétonantes désirables. Sans revenir sur ces caractéristiques, toutes déjà étudiées dans *La Science et la Vie*, il importe cependant de signaler que des produits de qualité de ce genre pourraient manquer en Europe, si les routes maritimes étaient compromises. Dans une guerre moderne, les consommations de car-

1 800 m à l'heure, des installations de pompes assurent la propulsion à l'intérieur de la conduite (*pipe-line*), le tout exploité par des spécialistes à demeure et protégé par des contingents armés appartenant à l'*Irak Petroleum Co* répartis dans les différentes stations qui jalonnent cette route du pétrole. L'avion établit en outre la liaison postale entre le port de la côte (Tripoli) jusqu'aux stations les plus éloignées à l'intérieur du territoire (une demi-douzaine d'heures de vol pour effectuer tout le parcours).

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 239, page 397.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 195, page 235.

burants des aviations seraient telles que bientôt les flottes aériennes pourraient être insuffisamment ravitaillées en essence « spéciale » d'importation étrangère. Telle est l'origine de la création de l'usine de carburants synthétiques de Billingham (1), qui remonte déjà à plus de dix ans et qui a été signalée ici. Rappelons que sa production (procédé « Bergius » allemand adapté par l'*Hydro Patents Co*) dépasse actuellement 160 000 tonnes d'essence. D'autres installations (procédé allemand « Fischer ») seraient en voie d'achèvement. D'ores et déjà, on prévoit que l'Angleterre, vers 1939, disposera de plus de 300 000 tonnes d'essence d'avia-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 216, page 474.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 239, page 397.

(3) Le ravitaillement de la France en essence d'aviation préoccupe actuellement les autorités responsables de nos approvisionnements en cas de conflit. Ces essences d'aviation exigent, comme nous venons de le voir, des qualités spéciales résultant notamment des fortes compressions (taux de compression voisin de 7) employées aujourd'hui dans les moteurs à explosion (carburant à essence). Il est courant maintenant d'exiger un nombre d'octane voisin de 85 et même plus (voir *La Science et la Vie*, n° 223, page 70). Les Américains cherchent même à préparer industriellement des essences dont l'indice atteindrait 100 ! Si on s'en tient aux essences d'origine naturelle (naphte), on constate que celles qui peuvent réaliser de telles conditions (86 à 90 comme indice d'octane) sont peu répandues, et par conséquent en quantités très insuffisantes pour satisfaire aux besoins de la consommation, surtout en cas de mobilisation. La politique de stockage des produits naturels nécessaires à la préparation des essences d'aviation apparaît, tout d'abord, comme une première solution, bien que leur conservation soulève des problèmes assez complexes à résoudre dans la pratique. En effet, suivant les essences ainsi sélectionnées, la durée de conservation est plus ou moins longue, mais, en général, elle est comprise entre trois et cinq ans. De plus, il s'agit d'emmagasiner, pour les réserves prévues en vue de la défense nationale, environ 300 000 tonnes. C'est pourquoi, devant les tonnages envisagés pour alimenter nos forces aériennes, la France, comme le Reich, l'Angleterre, l'Italie, escompte les secours des carburants de synthèse tels que l'essence provenant de l'hydrogénation de la houille, des lignites (voir *La Science et la Vie*, n° 244, page 285), pour ne citer ici que les principales sources carbonées. Mais, là aussi, cette solution n'est pas encore, en France, suffisamment mise au point et, de plus, on ne disposerait pas à volonté du charbon dans un pays comme le nôtre qui est obligé d'en importer ! En outre, il devrait fournir des produits de qualités parfaites, c'est-à-dire non seulement indétonants, mais encore exempts de soufre, de gommages et autres impuretés nuisibles. Pour l'instant, il serait téméraire de trop compter sur ces ressources « artificielles ». Nous n'en sommes pas encore, hélas ! au même point que l'Allemagne à cet égard. C'est pour ces raisons que certains spécialistes autorisés ont également proposé d'hydrogéner non plus les produits carbonés solides précédents, mais, au contraire, certains hydrocarbures liquides dérivés du naphte : essence naturelle, gas oil, fuel oil, etc. Ces différents produits offrent l'avantage d'être aisément stockés et conservés, et, de plus, abondent sur le marché international, et ce point de vue écono-

mique est loin d'être à dédaigner, car ils sont beaucoup moins chers que les essences naturelles de qualités exigées pour l'aviation. Il s'agirait donc d'hydrogéner le plus économiquement possible (prix de revient), dès le temps de paix, tous ces produits par les procédés d'hydrogénation connus et vraiment industriels. De cette façon, les divers moyens de nous procurer les essences d'aviation pour nos besoins militaires convergeraient, par des voies différentes, vers le même but au lieu de s'en remettre à une solution unique ! Et voici, suivant un technicien averti, un plan susceptible d'être réalisé : stockage le plus important possible d'essences stables, de produits dits « indétonants » qui se conservent bien (iso-octane, plomb tétraéthyle, etc.) ; d'autre part, il s'agit d'utiliser, si possible, certaines essences dites « de craquage » en vue de l'obtention d'essences de qualités acceptables pour l'aviation. Dans le même ordre d'idées, on pourrait également avoir recours à la polymérisation. On devrait en outre prévoir dès maintenant la préparation en quantités suffisantes d'iso-octane, d'éther isopropylique, de plomb tétraéthyle, tous composés organiques ou organométalliques qui entrent obligatoirement dans la composition des carburants indétonants. Enfin, on pourrait avoir recours, le cas échéant, à un programme d'hydrogénation applicable en cas de nécessité et en tenant compte que nos ravitaillements extérieurs pourraient être en effet compromis. Les usines de synthèse seraient, dès lors, de précieux adjuvants en utilisant comme matières premières de leur fabrication soit des hydrocarbures de qualités commerciales courantes, soit des produits carbonés de notre sol (lignites, schistes et même charbon si l'on peut en distraire des quantités suffisantes à cette fin). Ce court exposé suffit à démontrer à quelles difficultés — et dans quelle situation critique rappelant celle de la guerre de 1914-18 — peuvent se trouver exposées nos forces aériennes au cas où l'aliment « adéquat » à leur existence même viendrait à leur manquer...

En France, les importations de pétrole — qui n'étaient, avant 1914, que de quelques centaines de milliers de t atteignent actuellement environ 7,5 millions de t. La réception d'un tel tonnage exige des installations appropriées dont le développement a été aussi rapide que considérable. Nos ports maritimes et même fluviaux (Strasbourg, Lyon) ont reçu des installations scientifiquement adaptées à l'accroissement de ces industries (réception, distribution, etc.). La capacité de stockage des dépôts commerciaux dans nos ports maritimes (y compris la Seine maritime : Rouen, etc.) représente 1 300 000 m³ et il faut y ajouter les 2 800 000 m³ correspondant à la capacité de stockage des raffineries réparties sur le sol national. Parmi les principaux ports d'impor-

négliger l'autre solution qui compte de nombreux partisans : stocker en quantités suffisantes les produits pétroliers d'importation. Ainsi, après l'Allemagne qui a magistralement montré la voie à suivre, après la Grande-Bretagne, notre pays s'est décidé à envisager le problème sous le même aspect : arriver à fabriquer à un prix abordable un produit artificiel qui puisse rivaliser, même en temps de paix, avec le produit naturel. Nous avons maintes fois insisté sur les avantages et inconvénients de tous ces procédés de synthèse industrielle susceptibles de bouleverser, un jour ou l'autre, l'économie internationale

tation de pétrole en France figurent : Dunkerque, Le Havre, Rouen, Cherbourg, Nantes (et hinterland), Bordeaux, Marseille, Alger, auxquels nous ajouterons Strasbourg, Lyon et Fedala au Maroc. L'organisation d'un port pétrolier moderne a soulevé de nombreux problèmes techniques et donné lieu à des installations perfectionnées, qu'il sera intéressant de présenter ici un jour pour montrer comment

du « pétrole ». Si, au point de vue strictement *commercial*, il reste encore tant à faire pour concurrencer l'essence importée, surtout en ce qui concerne le prix de revient, par contre, au point de vue défense nationale, certaines nations récemment équipées considèrent que le problème serait résolu en qualité et même en quantité.

Ce sujet est de trop grande importance pour que *La Science et la Vie* ne tienne pas régulièrement ses lecteurs au courant des préoccupations actuelles dans les milieux qualifiés et responsables, au fur et à mesure qu'elles s'y manifestent. G. B.

s'est manifestée notre politique du pétrole depuis la mise en application des lois de mars 1928, complétées au cours de ces dernières années. On pourra ainsi se rendre compte de l'effort accompli dans ce domaine depuis bientôt dix ans, sans omettre le développement de la flotte pétrolière : construction de nouveaux tankers (voir *La Science et la Vie*, n° 247, page 51).

Deux pays peuvent avoir le même nombre d'habitants et cependant se trouver, au point de vue démographique, dans des situations respectives fort différentes, si l'un possède beaucoup d'éléments *jeunes*, alors qu'au contraire l'autre renferme une proportion plus grande d'éléments âgés. C'est ainsi que la France, de 1860 à 1930 (en soixante-dix ans), accuse une augmentation de 50 % (6 millions contre 4 millions) d'habitants âgés d'au moins soixante ans, alors que, pendant la même période, sa population ne s'est accrue que de 14 %. *Natalité* — le courageux organe qui a entrepris la lutte contre la dépopulation française — estime que, d'ici trente ans, il y aura dans notre pays au moins 1 million de « vieillards » de plus ! Nous avons vu (1), par contre, que notre natalité diminue d'une façon inquiétante (la cadence moyenne de cette diminution représente, par an, 20 000 !). C'est, du reste, une constatation qui s'applique à de nombreuses nations d'Europe et aux Etats-Unis, sans oublier certains Dominions britanniques. Mais, en ce qui concerne la France, il importe de retenir que le « vieillissement » continu de sa population est encore plus grave que l'abaissement du nombre de ses habitants, car elle perd de sa *vitalité* par suite d'une *fécondité* insuffisante. La répercussion de ces phénomènes d'ordre démographique — quelque lointaine qu'elle soit — aboutit inéluctablement à l'affaiblissement d'un peuple et à sa disparition — à échéance plus ou moins éloignée — comme puissance politique parmi les autres nations. Nuptialité, fécondité, mortalité sont donc les trois facteurs essentiels qui évoluent différemment dans le temps comme dans l'espace, dans les villes autrement que dans les campagnes, en exerçant, par voie de conséquence, une influence déterminante sur les migrations et sur le recrutement des travailleurs (professions rurales et industrielles). Une nation où les éléments jeunes prédominent fournit, évidemment, à la collectivité plus de travail et plus d'impôts à l'Etat, plus d'effectifs à l'école, moins d'hospitalisés dans les établissements d'assistance. Ces problèmes sociaux sont de la plus haute importance, et il appartient à un Etat qui veut vivre — et surtout survivre — non seulement de n'en pas méconnaître la portée, mais surtout de les étudier en vue de trouver les « solutions-remèdes » à une telle situation de fait, aux conséquences assez lointaines, mais, répétons-le, inéluctables.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 240, page 473.

L'AUTOMOBILE ET LA VIE MODERNE

Allégement des moteurs et puissance spécifique. — Moteurs et supercarburants. — Un moteur en verre. — L'automobile aux Etats-Unis.

Allégement des moteurs et puissance spécifique

Pour une puissance donnée, l'allégement des moteurs peut être obtenu (1) soit par une économie de poids sur les matériaux employés, soit par un accroissement du régime de rotation, soit encore par une augmentation du travail fourni par la détente des gaz (2). En dehors de l'emploi de nouveaux matériaux (alliages légers et résistants), le dessin même du moteur permet de réaliser un allégement notable, grâce à l'utilisation rationnelle de la matière. Considérons, en effet, un moteur monocylindrique : son piston ne fournit qu'une course motrice sur quatre (un demi-tour du vilebrequin), et cependant toutes les pièces doivent être calculées pour résister à l'effort développé par la pression maximum, de l'ordre de 40 kg/cm². Pendant les trois autres courses du piston (admission, compression, échappement), le maneton et les manivelles du vilebrequin sont évidemment trop largement dimensionnés pour les forces qu'ils ont à transmettre. La matière n'est bien utilisée que pendant un demi-tour du vilebrequin. Mais si, sur le même maneton, nous appliquons la tête de bielle d'un deuxième cylindre dont le temps moteur ne coïncide pas avec celui du premier, l'effort maximum — qui n'a pas varié — dure pendant deux demi-tours du vilebrequin. Avec un même poids pour le maneton et les manivelles, le travail est doublé. C'est en partie à cette considération qu'est due la conception des moteurs en étoile, en V, en W ou en X, sur lesquels on a gagné ainsi le poids de plusieurs manetons et, bien entendu, les longueurs du vilebrequin et de carter moteur correspondantes. Aussi, les gros moteurs d'avion en étoile sont-ils plus légers que les moteurs avec cylindres en ligne, d'autant plus qu'ils sont généralement refroidis par l'air alors que les seconds comportent un radiateur à eau. C'est pourquoi, bien que le rendement global d'un moteur refroidi par l'air soit inférieur à celui d'un moteur à refroidissement par liquide, le premier conserve l'avantage au

point de vue de la puissance massique. Mais la puissance d'un moteur étant égale au travail divisé par le nombre de secondes utilisé pour l'effectuer, il est évident qu'on peut l'augmenter soit par un accroissement du travail, soit par une diminution de ce nombre de secondes (régimes rapides de rotation). C'est donc le problème de la puissance spécifique (nombre de ch par litre de cylindrée) qui est ainsi posé. Nous avons exposé déjà (1) comment cette puissance spécifique était passée de 40 ch à 4 000 t/mn, en 1921, à 125 ch à 7 000 t/mn en 1937. Ces grandes vitesses de rotation ne connaissent pas encore cependant, en aviation, la même faveur qu'en automobile, par suite de la baisse du rendement de l'hélice quand sa vitesse augmente. Toutefois, grâce aux réducteurs mécaniques, l'on peut atteindre aujourd'hui des vitesses dépassant 2 000 t/mn, alors qu'il y a trente ans, on estimait que 600 t/mn constituaient un maximum. Il en est de même pour la vitesse linéaire des extrémités des pales d'hélices qui, sur certains appareils américains, dépasse 340 m/s, vitesse du son, ce que l'on considérait comme impossible par suite des phénomènes spéciaux qui se manifestent aux vitesses supersoniques (2). Si le moteur d'automobile développe aujourd'hui 125 ch au litre, — et même plus avec la suralimentation, — c'est à sa grande vitesse de rotation qu'il le doit. Le moteur d'avion n'en est encore qu'à 50 ch par litre.

Moteurs et supercarburants

L'AMÉLIORATION du rendement thermodynamique du moteur à explosions est limitée, notamment, par le phénomène de « détonation », qui interdit l'emploi des taux de compression trop élevés. On sait que, parmi les caractéristiques des carburants destinés aux moteurs d'automobile ou d'avion (3), le nombre d'octane définit précisément la résistance à la détonation. Le choix d'un carburant à nombre d'octane élevé permet donc de retarder ce phénomène (une augmentation de 6 à 8 du nombre d'octane autorise un gain de 0,6 à 0,9 sur le taux de compression). Mais il existe un autre procédé supérieur du point de vue économique, qui consiste à agir sur le moteur lui-même (4). La mise en œuvre

(1) Dans l'état actuel de la technique, c'est-à-dire en conservant la transmission classique à l'arbre moteur de l'énergie développée par l'explosion dans les cylindres (par piston, bielle, vilebrequin).

(2) En augmentant ce que l'on appelle la *pression moyenne*, pression fictive constante qui, agissant sur les pistons pendant les détentes, fournirait par seconde un travail égal à la puissance que développe le moteur.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 241, page 70.

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

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 249, page 236.

(4) Ainsi, l'emploi, pour la culasse, de métaux à haute conductibilité thermique permet de gagner

simultanée de ces deux procédés — évidemment souhaitable — nécessite la connaissance de l'influence du nombre d'octane soit sur le dessin d'un moteur en projet, soit sur un moteur réalisé et sur son réglage (1).

En ce qui concerne le moteur d'automobile, sa construction est, avons-nous dit, orientée vers des taux de compression de plus en plus élevés. Comme la détonation est non seulement fonction du rapport volumétrique de compression (2), mais aussi de la pression absolue en fin de compression, deux solutions s'offrent au constructeur : augmenter le rapport volumétrique en limitant la pression en fin de compression par un remplissage incomplet des cylindres, ou améliorer le remplissage en limitant le taux de compression. Le premier procédé (étranglement des gaz à l'admission) diminue la puissance massique, mais assure des reprises brillantes en raison de la grande vitesse des gaz réduisant les condensations. En outre, il accroît le rendement thermique et améliore l'utilisation du combustible à tous les régimes, d'où économie de carburant. La deuxième solution conduit à des moteurs légers à forte puissance massique.

Le problème se présente d'une manière différente pour l'avion, sur lequel on tend à utiliser la suralimentation. L'indice d'octane du carburant étant fixé, le constructeur doit, en effet, choisir le taux de compression et de suralimentation en tenant compte de certaines considérations. Prenons, par exemple, un moteur donnant 220 ch avec un combustible à 85 d'octane, un taux de compression de 6,5 et sans suralimentation. Si la substitution d'un combustible à 100 d'octane permet, en portant à 8 le taux de compression, d'obtenir 240 ch, la même substitution aboutit à une puissance de 300 ch, grâce à une suralimentation à la pression de 116 cm de mercure, le taux de compression restant à 6,5. D'autre part, si l'action sur le taux de compression seul fait baisser la consommation de 210 à 195 g par ch.h, l'action sur la suralimentation seule accroît cette consommation de 210 à 225 g. Enfin, il y a lieu de tenir compte des fatigues thermiques qui diminuent avec le taux de compression et augmentent avec la suralimentation. C'est donc à un compromis que le constructeur aura recours — encore une fois — pour concilier au mieux les effets précités suivant

également 0,6 à 0,9 sur le taux de compression. De même, le polissage des culasses, en réduisant les points chauds, autorise un gain de 0,2 à 0,3 correspondant à 2 ou 3 points d'octane. Enfin, une étude poussée du refroidissement de la chambre de combustion et un contrôle rigoureux de l'avance à l'allumage permettent de reculer l'apparition du cliquetis. C'est ainsi que certains moteurs à taux de compression élevé fonctionnent parfaitement avec des carburants à 62 ou 63 d'octane, alors que d'autres, moins comprimés, exigent des supercarburants.

(1) M. DURIER. Communication à la S. I. A.

(2) Rapport du volume balayé par le piston pendant une course, augmenté du volume de la chambre de combustion, au volume de cette chambre.

les conditions d'utilisation du moteur (1).

Mais, si le constructeur doit tenir compte des caractéristiques du carburant, de son côté, l'utilisateur est en droit de connaître les répercussions, sur le fonctionnement et le réglage de son moteur, de l'emploi de combustibles d'indices d'octane différents. Tout d'abord, de nombreux essais ont montré que cet indice n'a aucune influence sur la puissance développée en régime normal, non détonant. Il en est de même tant que la détonation n'entraîne pas l'auto-allumage (2) qui, lui, provoque une baisse de puissance. Enfin, le nombre d'octane ne modifie ni la vitesse de combustion, ni la tendance à l'enclassement. Si l'on envisage le réglage du moteur, il faut remarquer que la détonation est maximum lorsque la richesse du mélange carburé est voisine de la richesse théorique correspondant à une combustion complète. Un mélange plus riche diminue la vitesse de combustion et refroidit les parois de la chambre de combustion, en leur empruntant les calories nécessaires à la vaporisation du carburant. Il est donc possible, avec une essence à bas indice d'octane, d'éviter la détonation, mais au détriment de l'économie. Enfin, il reste encore la question de l'avance à l'allumage, qui a pour but — on le sait — de compenser le retard à l'inflammation et d'obtenir le travail maximum en déterminant l'instant optimum de la combustion dans le cycle du moteur. Ce facteur dépend évidemment de la vitesse de combustion du carburant plus que du nombre d'octane. Si un carburant antidétonant autorise une plus grande avance sans provoquer de cliquetis, il n'y a aucun intérêt pratique à agir ainsi puisqu'il n'en pourrait résulter qu'une diminution de puissance.

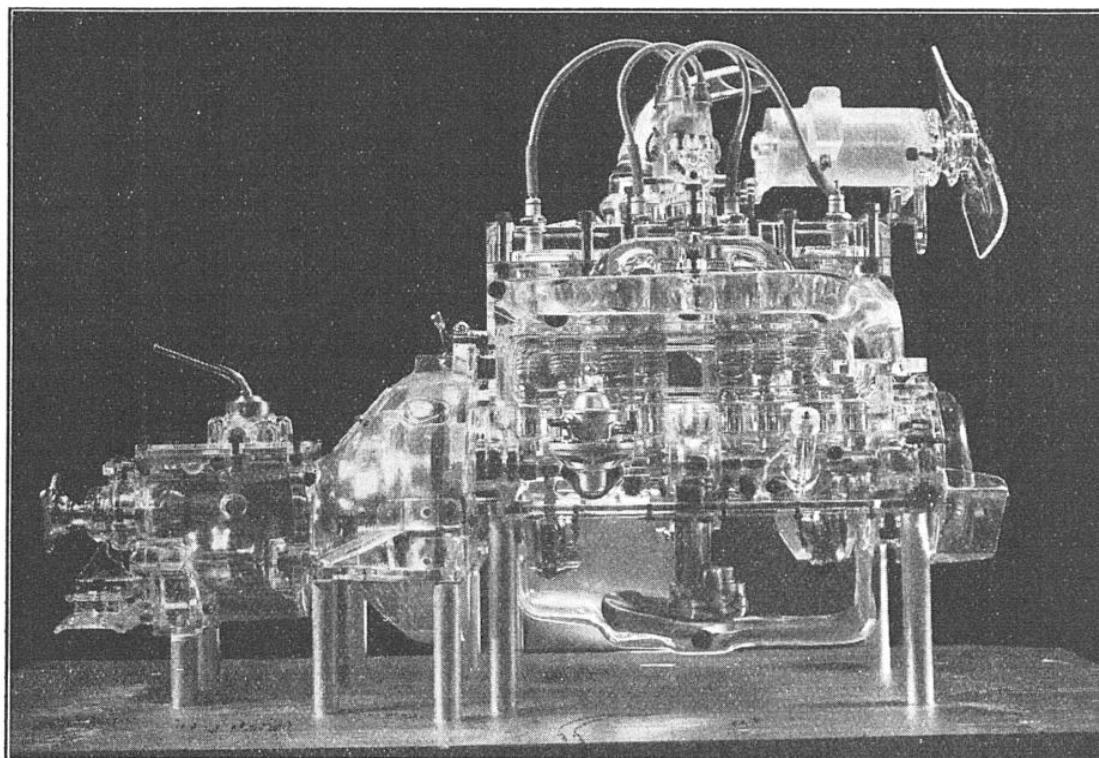
En résumé, sur un moteur donné, établi pour un carburant de qualité déterminée, l'emploi de carburants de nombre d'octane supérieur ne peut apporter une amélioration notable. Seuls, de nouveaux modèles de moteurs peuvent permettre de profiter des avantages des supercarburants à nombre d'octane élevé actuellement sur le marché.

Un moteur en verre

Nous sommes accoutumés à voir, dans les divers Salons d'automobile, des moteurs en coupe, permettant de se rendre compte du fonctionnement des divers organes. Au dernier Salon de Berlin était

(1) Pour l'avion de chasse, où la consommation importe peu vis-à-vis de la puissance, on utilisera des suralimentations élevées. Pour les avions de transport à grande distance, où l'économie de combustible est primordiale, on accroîtra le taux de compression.

(2) On sait que la détonation consiste dans une modification brusque du régime de la combustion, qui se propage très rapidement (comme une explosion) au lieu de progresser par déflagration. L'auto-allumage provient de l'inflammation spontanée du mélange carburé résultant, soit d'une compression exagérée (utilisée dans les Diesels), soit de la présence de points chauds.



LE MOTEUR EN VERRE ORGANIQUE PRÉSENTÉ AU DERNIER SALON DE BERLIN

exposé le moteur représenté ci-dessus, entièrement transparent, établi en verre organique. Ce moteur à 4 cylindres était muni de tous les organes que comporte un moteur normal, y compris la boîte de changement de vitesse. Entraîné à la main ou mécaniquement, il permettait de suivre le mouvement des pistons, bielles, soupapes, etc., au cours des quatre temps du cycle dans chaque cylindre.

L'automobile aux Etats-Unis

UN grand institut financier des Etats-Unis vient de dresser une statistique mettant en évidence la répartition des automobiles entre les classes de la population américaine, c'est-à-dire en fonction du revenu déclaré par leur possesseur. Sur un total de 1 000 familles, on en trouve 503,8 en moyenne, soit 50,4 %, qui disposent d'une automobile. A vrai dire, cette statistique ne peut donner que des indications approximatives, car elle n'a porté que sur cinq villes : Austin, Portland, Colombia, Salt Lake City et Trenton. Elle suffit cependant pour montrer qu'en majorité les propriétaires d'automobiles déclarent un revenu compris entre 1 000 et 2 000 dollars. Sur 1 000 familles de ce groupe, il y en a 612 qui possèdent une automobile. Lorsque

ce revenu s'accroît, le pourcentage s'élève également jusqu'à dépasser 90 % au-dessus de 7 000 dollars ; mais l'importance numérique des familles à revenu élevé est très faible. Il est curieux de constater que sur 1 000 familles ne déclarant aucun revenu, on en trouve encore 281 qui possèdent cependant une voiture.

REVENU	Nombre de familles	Propriétaires d'automobiles	Pourcentage des propriétaires d'automobiles
0	41,0	11,5	28,1
0 à 1 000 \$.	436,2	139,7	32,0
1 000 à 2 000 \$.	332,5	203,8	61,2
2 000 à 3 000 \$.	114,5	85,1	74,3
3 000 à 4 000 \$.	37,7	30,8	81,7
4 000 à 5 000 \$.	10,0	16,0	84,1
5 000 à 6 000 \$.	7,6	6,5	87,4
6 000 à 7 000 \$.	4,6	4,1	89,2
Plus de 7 000 \$.	7,0	6,3	90,5
TOTAUX ...	991,1	503,8	50,8

TABLEAU MONTRANT LA PROPORTION DES PROPRIÉTAIRES D'AUTOMOBILES EN AMÉRIQUE, CLASSÉS SELON LEURS REVENUS DÉCLARÉS

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 humaines.

PSYCHOLOGIE ET ÉCONOMIE AMÉRICAINES

C'E n'est pas toujours dans les ouvrages les plus volumineux que l'on trouve les idées et les faits présentant le plus d'intérêt. Sous une forme condensée, le professeur Siegfried (1) vient en effet de nous donner une définition analytique du continent « Amérique » opposé au continent « Europe ». Après avoir mis clairement en évidence le contraste qui existe entre deux psychologies, il s'est efforcé de nous faire comprendre celle du peuple américain en tenant compte et du milieu et de l'hérédité, et du moment. Le continent américain, la civilisation américaine ont, par suite, une personnalité toute différente de celle de la vieille Europe. Ce qui frappe tout d'abord dans le nouveau monde, c'est le phénomène « grandeur », à commencer par celle que nous offre la nature. Les Etats-Unis recouvrent 8 millions de km², soit environ les trois quarts du continent européen et plus de quatorze fois la France ! Le Texas, pour ne citer que ce grand Etat, recouvre près de 690 000 km² et est donc plus grand que notre pays. Aussi, les distances à l'intérieur de cette vaste république sont-elles immenses : 5 000 km de New York à San Francisco ; 2 000 km de la frontière canadienne au golfe du Mexique. C'est, du reste, l'une des raisons pour lesquelles l'aviation américaine a pris si rapidement un tel essor dans le domaine des transports commerciaux. Sur ce territoire vivent plus de 120 millions d'habitants dont la plupart, de par le fait même de leur civilisation relativement nouvelle, apparaissent encore comme des « déracinés » dont l'attache au sol n'est, par suite, ni profonde, ni stable. Cela tient à ce que l'Amérique, nation jeune, est demeurée jusqu'ici la terre des possibilités individuelles. M. Siegfried — qui est certainement l'un des Européens qui connaissent le mieux l'« Américain » — a pu dire, à juste titre, que l'esprit du citoyen de la grande république de l'Amérique du Nord demeure neuf, jeune, parfois même puéril, dans un corps social qui a cependant déjà mûri. Ceci explique bien des conséquences politiques et sociales, résultantes d'une telle psychologie. C'est ainsi qu'en Amérique, il n'y a aucune incitation aux conquêtes territo-

riales, car il y a une énorme abondance de territoire d'où cette déduction : l'état de paix y apparaît comme un état naturel. Au point de vue social, puisque les richesses abondent également, il est plus aisé aux Etats-Unis de « produire que de partager ». C'était, du moins, la mentalité constatée jusqu'ici, d'où une psychologie conservatrice en dépit des agitations parfois révolutionnaires dans un pays où il y a encore si peu de socialistes et encore moins de communistes. C'est donc bien au sens propre du terme « un nouveau monde », où chaque citoyen a confiance dans son continent, où le progrès comme la prospérité semblent garantis... indéfiniment. On « vit » dans l'actuel et dans le futur sans se préoccuper de l'origine, c'est-à-dire d'un passé si proche et qui existe si peu. Mais, derrière ces apparences éclatantes, il faut bien reconnaître que l'Américain n'est pas encore complètement adapté ni à son sol ni à son climat : ce peuple est encore en pleine évolution (adaptation physique, adaptation géographique, adaptation biologique). L'homme des Etats-Unis se trouve, pourrait-on dire, à un autre stade de l'évolution par rapport à l'ancien continent. Ici, l'atmosphère est toute différente de celle où vit le citoyen américain, bien que ce soit des émigrants d'Europe qui aient constitué les premiers éléments de cette nouvelle « race ». A ce propos, le professeur Siegfried a consacré à la formation et à la composition ethnique du peuple américain de fort belles pages aux combinaisons démographiques, qui ont abouti — comme dans une série de transformations chimiques — au *composite* actuel. On peut alors se demander s'il existe une psychologie du peuple américain comme il existe une psychologie française, anglaise, allemande, alors que les Etats-Unis sont — peut-on dire — à la recherche de leur propre *personnalité*. L'immigration a, en effet, par ses apports massifs, contribué à modifier (sinon à arrêter), de par ses éléments nouveaux, le travail d'élaboration de cette nouvelle entité ethnique commencée et poursuivie au cours du XVIII^e et du XIX^e siècles. On peut affirmer que la personnalité américaine est encore à la recherche de son centre de gravité... Dans le chapitre consacré à l'Amérique et à la crise, il est curieux d'envisager comment celle-ci, depuis

(1) *Qu'est-ce que l'Amérique ?* par ANDRÉ SIEGFRIED, membre de l'Institut (Paris 1938). Prix franco : France, 4 f ; étranger, 5 f 50.

1929 (paroxysme de la crise en 1932), a exercé ses réactions sur l'évolution psychologique américaine. Si le « New Deal » (1) a « soulagé » la crise, il paraît, par contre, avoir retardé l'assainissement économique. Depuis que la politique mise en œuvre par le président Roosevelt a rencontré, parmi la grande majorité de ses concitoyens, un accueil chaleureux, elle a effectivement modifié la mentalité d'un peuple qui considérait qu'il était plus facile de partager que de produire. Depuis cette crise si profonde, l'idée de partage a pris corps dans les masses populaires : dès lors, la politique a pénétré l'économique. Ce n'est pas le moindre caractère de nouveauté des événements survenus en Amérique depuis 1929, date mémorable, comparable à celle de juin 1936 pour la France. Le monde des affaires n'a pas suivi, évidemment, toutes les « conceptions » présidentielles car — là comme ailleurs — il persiste à croire à l'efficacité de ses anciennes

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 231, page 195.

doctrines. La masse, au contraire, ne croit plus à ces conceptions classiques des économistes traditionalistes. Elle est même persuadée que la mécanisation de la production est, pour une grande part, responsable du chômage technologique permanent. De là à envisager l'inflation comme un remède à tous ces maux, il n'y a pas loin. C'est alors tout le cortège des problèmes nouveaux qui se posent : distribution, crédit, subvention, dépense imposée, circulation multipliée, etc. C'est aussi un signe des temps qui se manifeste dans l'évolution de la psychologie américaine au xx^e siècle. Mais n'oublions pas que les Américains d'aujourd'hui se croient toujours économiquement jeunes plus longtemps qu'ils ne le demeurent en réalité. Cette psychologie d'hier pourrait-elle donc exister demain ? C'est là une inconnue — non négligeable — dont on doit tenir compte dans l'étude des développements des phénomènes économiques et sociaux aux Etats-Unis au cours des temps présents. G. BOURREY.

L'ALLEMAGNE COMPTE SUR DES ENGINs NOUVEAUX POUR GAGNER LA GUERRE

JE me souviens que, dans un ouvrage allemand, qui remonte déjà à sept ans, le général von Seeckt a proclamé que le sort de la guerre de 1914 à 1918 a été décidé par le seul fait qu'après une lutte prolongée et épuisante les puissances centrales ont été finalement écrasées par l'avalanche d'hommes et de matériels déclenchée par les Alliés... La décision a été obtenue par la pression lente et progressive exercée par l'adversaire, qui a su affirmer sa supériorité *militaire, technique, économique, politique*... Dans la guerre future, en sera-t-il encore de même ? C'est pourquoi l'ouvrage adapté de l'Allemand que vient de publier mon brillant collaborateur de longue date, le capitaine G.-P. Capart, sur les nouveaux engins de guerre (1) m'a paru mériter une assez ample présentation en tenant compte de l'intérêt et de l'actualité des sujets traités. Il s'agit, en effet, de donner une idée suffisamment exacte de l'effort colossal accompli en Allemagne dans l'étude et la mise au point d'armes nouvelles. Certaines d'entre elles semblent encore du domaine de la fiction et relever plus d'un roman de Jules Verne que d'un examen scientifique et technique des solutions proposées. Il en est ainsi, notamment, des rayons mortels, des

rayons explosifs, de la mort par le son, du fort électrique, etc. Mais l'emploi des navires, des avions, des chars, des mines télécommandés relève beaucoup plus du domaine de la réalisation pratique. Il est aussi question d'avions silencieux, dont l'emploi modifierait certainement les conditions de la guerre moderne. Ce qui est certain, c'est que l'Etat-Major du III^e Reich recherche systématiquement des moyens de guerre inédits pour obtenir, autant que possible, la « surprise tactique ». Ce facteur peut, en effet, exercer des conséquences déterminantes sur l'issue des opérations conduites avec le maximum de rapidité et de secret. Il faut lire la description (même sommaire) de toutes ces inventions réelles ou rêvées pour se rendre compte des préoccupations qui hantent de nos jours les cerveaux germaniques. Dans la lutte qui, tôt ou tard, doit se manifester entre l'accroissement du matériel et celui des masses d'hommes, c'est le matériel qui doit l'emporter. Voilà le principe qui domine dans les milieux militaires de l'Allemagne. Le colonel Siebert, directeur de l'Ecole de guerre de Munich, n'écrivait-il pas que tous les efforts d'une armée tendront à frapper l'ennemi au cœur *par surprise*, en dépit de son dispositif défensif ! Les savants d'outre-Rhin — jour et nuit — perfectionnent donc les armes pour atteindre ce but. Telle est l'opinion de l'un des représentants les plus qualifiés de l'armée hitléri-

(1) *Les rayons de la mort et autres nouveaux engins de guerre*, par M. SEYDEWITZ et K. DOBERER, traduction de G.-P. CAPART. Prix franco : France, 20 f ; étranger, 23 f.

rienne. Tout l'équipement industriel et économique du pays est maintenant entre les mains des militaires. La science et la technique, d'après le général Ludendorff lui-même, ont été mobilisées dès l'arrivée au pouvoir du gouvernement « national-socialiste » : peu de temps après cet événement historique, de nouvelles armes de guerre, de nouveaux moyens de combat ont fait leur apparition dans les formations et les camps, entourés, bien entendu, du plus grand secret. Mais il n'y a pas de secret qui ne finisse pas être pressenti et même percé à jour. Les ingénieurs allemands, comme ceux des autres nations, travaillent donc sans relâche à résoudre les mêmes problèmes techniques. On sait du reste dans quelle voie ils s'orientent. Les indiscrétions inévitables laissent donc deviner les progrès réalisés (ou en voie de réalisation) dans l'offensive comme dans la défensive. Certaines découvertes appliquées à l'« art » de détruire peuvent ainsi exercer une répercussion profonde sur le sort d'une guerre... mais le « soldat » restera malgré tout le facteur essentiel du succès. Cette thèse rencontre, du reste, de nombreux détracteurs en France comme à l'étranger. Cependant, certaines autorités parmi les plus réputées estiment, au contraire, qu'il se peut que des « inventions infernales » bouleversent, un jour ou l'autre, toutes nos conceptions, même celles résultant de l'enseignement des faits récents. Il n'est pas, en effet, contestable que le plan stratégique de l'Etat-Major du Reich vise à obtenir, dès l'origine du conflit, une décision rapide grâce à des *moyens puissants*. C'est cette idée

dominante dans les hautes sphères directrices qui a pénétré à son tour, au cours de ces dernières années, au sein de l'opinion publique allemande, particulièrement avide de connaître les futures inventions guerrières qui doivent donner à l'Empire une supériorité écrasante. Parmi ces inventions, on en verra dans le livre des auteurs allemands, traduit par le capitaine Capart, qui doivent correspondre aux desiderata d'un peuple guerrier. Certaines de leurs « vues » sont parfaitement réalisables dans l'état actuel de nos connaissances scientifiques ; d'autres, au contraire, nous paraissent plus destinées à frapper les imaginations qu'à accroître la valeur matérielle des armées (1). Que cela n'empêche pas le lecteur curieux et sérieux de se délecter dans les joies promises par le rayon de la mort ou autres engins sensationnels de destruction... dans un avenir plus ou moins éloigné ? Toutefois, de tels ouvrages, écrits par des Allemands à l'usage de leurs compatriotes, dénotent suffisamment la mentalité d'un peuple, et c'est là surtout que gît le danger. G. BOURREY.

(1) Voici, à titre documentaire, la liste de toutes les questions plus ou moins sommairement traitées dans le petit livre allemand de Seydewitz et K. Döberer : rayons mortels, commande à distance de navires, de torpilles, de chars de combat, d'avions, de mines explosives, de rayons explosifs, de rayons aveuglants, de la mort par le son, du fort électrique, de l'avion silencieux, du char volant, du tir silencieux, du rayon « Z », l'autogire à canon, les fusées-torpilles, le camouflage aérien, la mitrailleuse centrifuge, les balles ultra-pénétrantes, etc.

Quelques-uns de ces titres ainsi énumérés nous reportent aux temps des captivantes anticipations qui rendirent célèbres Jules Verne et Wells, bien que ces auteurs célèbres fussent à peu près dépourvus de toute culture vraiment scientifique.

Le drame de l'économie britannique actuelle ne fait que refléter celui de l'économie internationale qu'elle contrôlait et dirigeait, jusqu'à ces dernières années, dans une large mesure. Comme il n'existe plus aujourd'hui un équilibre réel dans le monde, et que les nations ne sont plus reliées entre elles par de nombreux liens, comme il y a seulement vingt ans, l'Angleterre rencontre maintenant de sérieuses difficultés pour organiser et *unifier* l'économie *internationale*. Elle se trouve, en effet, en présence d'une série d'équilibres nationaux, d'où développement d'une crise spécifiquement britannique aux conséquences encore imprévisibles (contrôle des matières premières, tendances de plus en plus autarciques de grandes nations en mal vers l'affranchissement des importations étrangères, etc.). M. J. Desbois a récemment fait remarquer qu'en Angleterre, même pour les hommes qui manquent d'imagination, il est impossible de persister à croire que, de nos jours, une économie internationale pourra désormais se reconstituer sur le type ancien. Les problèmes ne se posent plus dans les mêmes termes : de nouvelles aspirations se sont manifestées, de nouvelles forces « agissent » sur le monde contemporain. Les sérieux obstacles qui s'opposent actuellement aux échanges internationaux ne seront sans doute pas éternels. Aussi les hommes s'efforceront-ils de rebâtir un univers « infini » dans lequel ils pensent de nouveau pouvoir créer des richesses infinies. Cependant, il est à présumer que ces « constructions » futures ne ressembleront que fort peu aux édifices du passé, dans lequel la Grande-Bretagne occupait, sans conteste, une place prépondérante...

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.

La sécurité de la navigation par temps de brume et la radio

UN nouveau type de « canon de brume » vient en effet d'être installé à la Tourelle du Chat (Finistère), avec radiotélécommande à partir du grand phare de Sein. Ce dispositif, moins puissant que les sirènes à haute pression, a été adopté parce qu'il peut fonctionner pendant de longs intervalles de temps sans surveillance. Le canon « Moyer » est constitué par un simple tube vertical à la base duquel est injecté, automatiquement et périodiquement, un mélange d'air et d'acétylène enflammé par un allumeur au ferro-cérium. Les emplacements réservés à ces canons ne permettant pas de disposer du nombre de bouteilles d'acétylène nécessaires à un fonctionnement continu pendant les deux ou trois mois qui séparent les visites du signal, il était indispensable de prévoir une télécommande radioélectrique assurant la mise en marche pendant les périodes de brume et son arrêt par temps clair. D'autre part, en raison des difficultés inhérentes aux installations en mer (humidité, embruns salins, etc.), se posait le problème de l'alimentation de l'appareil récepteur pendant plusieurs mois et de la sécurité de fonctionnement. Aussi, le Service des Phares et Balises exige-t-il que tout défaut dans la transmission hertzienne se traduise par l'émission — quel que soit le temps — du signal de brume. Pour cela, une émission d'ondes hertziennes est effectuée du phare de Sein toutes les heures. Si elle parvient normalement, le signal sonore est arrêté pendant l'heure suivante. Par temps de brume, l'émission d'ondes est arrêtée et le signal sonore fonctionne. Afin d'éviter les parasites, on utilise des ondes ultra-courtes (90 cm) peu susceptibles de brouillages, une double modulation combinée avec un double filtrage au récepteur, et des relais retardés ne permettant l'arrêt du signal de brume que si la réception dure un temps suffisant. L'emploi des ondes courtes autorise également l'installation d'aériens peu encombrants et directifs. En ce qui concerne le problème de l'alimentation du récepteur pendant trois mois, il a été résolu en admettant que l'appareil ne resterait allumé que pendant une fraction de l'heure

correspondant à l'émission des signaux hertziens. Deux horloges électriques de précision — une à l'émission, une à la réception — suffisent pour cela ; en effet, un contact à mercure de la première se trouve dans le circuit électrique d'un relais commandant l'allumage de l'émetteur, et un contact à mercure de la seconde ferme au même moment le circuit d'alimentation du récepteur. Lorsque le signal parvient au récepteur, il assure la fermeture de la soupape électromagnétique du canon de brume, celle d'un contact à mercure ainsi que le maintien à cette position. Au contraire, l'absence du courant provoque l'ouverture de la soupape et la mise en marche du canon de brume, qui se produit, par conséquent, soit que l'on n'émette pas le signal, soit quand la batterie d'accumulateurs (type cadmium-nickel) est épuisée. La sécurité est donc complètement assurée.

Une automobile de compétition peut-elle être légère ?

VOICI, à notre avis, ce qu'il faut penser des performances réalisées en automobile par l'Anglais Eyston (501,177 km/h) et l'Allemand Carraciola (437 km/h) et sur quels principes les constructeurs ont établi ces voitures de compétition. Si les progrès de la technique des moteurs permettent aujourd'hui d'installer sur un véhicule un nombre de chevaux considérable, c'est le facteur adhérence qui détermine l'effort de traction maximum compatible avec le roulement des roues sur le sol (1). L'adhérence étant elle-même fonction du poids supporté par les roues motrices (poids adhérent), une première solution consiste donc à réaliser un véhicule très lourd. C'est celle adoptée par Eyston, dont la voiture — propulsée par deux moteurs « Rolls Royce » (type aviation) de 4 700 ch — pesait 7 366 kg (poids adhérent 4 419 kg). Le coefficient d'adhérence au sol étant de 0,65, l'effort de traction maximum atteignait 2 872 kg (produit du poids adhérent par ce coefficient). Dans ces conditions, la vitesse limite, réalisée au moment où cet effort maximum équilibrait les résistances

(1) Chaque fois que l'on dépasse cet effort, les roues patinent au lieu de rouler, et il n'en résulte aucun gain de vitesse.

dues au roulement et à la pénétration dans l'air, devait, d'après le calcul, évaluer 160 m/s, soit 576 km/h. La solution allemande est toute différente. Avec un poids total de 1 000 kg seulement, « Mercedes » a réussi, grâce à la forme particulièrement étudiée de la carrosserie, à accroître notablement le poids adhérent. En effet, non seulement la caisse a été profilée pour offrir le minimum de résistance à l'avancement, mais encore sa forme spéciale a été calculée pour que la résultante des forces dues au vent relatif soit dirigée vers le bas, à l'inverse de ce qui a lieu pour une aile d'avion où cette résultante, dirigée vers le haut, crée la portance de l'aile. Ainsi avec une puissance de 700 ch environ et un poids de 1 000 kg, la voiture allemande a accompli une performance de « qualité » supérieure à celle d'Eyston.

Parasites en radio

OUI, les lampes électriques à incandescence peuvent former un foyer de parasites dont le bruit est constitué par une série de chocs brefs successifs (analogue à celui d'une crécelle). Ce phénomène, qui n'a été observé jusqu'ici qu'avec les lampes dites « monowatt » (filament en zigzag dans une ampoule où règne un vide poussé), est attribué à l'émission, par le filament, d'un champ électromagnétique à haute fréquence. En effet, d'une part, en utilisant un radorécepteur blindé et en déconnectant l'antenne, le parasite disparaît, et il en est de même si l'on approche un conducteur (la main par exemple) de l'ampoule. Les mesures effectuées à l'oscillographe ont montré que les chocs se produisent à une fréquence multiple de celle du courant à 50 périodes, qui alimente la lampe. Ces parasites sont surtout perçus sur les ondes courtes (20 à 80 m) et ultra-courtes (4 à 9 m).

Contre le brouillage radiophonique

IL est, en effet, possible, d'attribuer la même fréquence à plusieurs stations de radiodiffusion dans deux cas : lorsqu'elles sont assez éloignées entre elles pour ne pas se « brouiller », ou lorsque, dans un même pays, elles sont appelées à transmettre un même programme. Cependant une telle solution exige que la fréquence adoptée soit exactement respectée. Aussi, pour les stations éloignées, le Comité consultatif international de Radiodiffusion ne tolère-t-il qu'un écart de 10 cycles (1) en plus ou en moins, chiffre fixé à Lisbonne, bien que l'Administration allemande, qui centralise les études sur cette question, ait proposé d'élargir à 20 cycles cette tolérance. Lorsqu'il s'agit de stations rapprochées à programme unique, le moindre écart peut provoquer des brouillages. On n'admet alors

(1) Le cycle équivaut à 1 période/s.

que 1 cycle en plus ou en moins de la fréquence attribuée à la station.

L'alcool de maïs, carburant de remplacement

L'ALCOOL constitue, comme chacun sait, un excellent carburant. D'après les expériences effectuées aux Etats-Unis, près de Pittsburg, avec le maïs fourrager, on a constaté que le prix de l'alcool obtenu comme sous-produit d'une industrie importante dérivée de cette culture peut être notablement diminué. En effet, non seulement le maïs peut fournir de 35 à 60 hl d'alcool à l'hectare (la betterave n'en donne que 25), mais encore il constitue une source précieuse de sucre cristallisable et de pâte à papier. L'usine de Murraysville, où est traité le maïs, a produit 4,5 t de pâte à papier, 3,6 t d'alcool et plus de 3 t de sucre. L'extension de la culture du maïs en France (160 000 ha seulement contre 12 millions aux Etats-Unis) et son exploitation rationnelle paraissent donc susceptibles d'améliorer notre balance commerciale dans laquelle 800 millions de francs figurent pour les importations de pâte à papier (de 11 à 15 % seulement de nos besoins sont d'origine nationale).

Les dernières performances d'un hélicoptère allemand

C'EST, en effet, un hélicoptère allemand (*Focke Wulf*), détenteur de tous les records (1) pour cette catégorie de « plus lourds que l'air », qui vient d'effectuer à Berlin, dans la « Deutschland Halle » (Palais de l'Allemagne), une démonstration remarquable de ses qualités de vol. Piloté par l'aviatrice Hanna Reitsch, il s'est, en effet, élevé tout d'abord verticalement, a volé successivement vers les extrémités du hall, puis a atterri exactement à son point de départ. L'appareil, essentiellement constitué par un fuselage analogue à celui d'un avion, comporte deux hélices à axe vertical, tournant en sens inverse et actionnées par un seul moteur de 160 ch. Sa vitesse peut varier de zéro (vol au point fixe) à 160 km/h, et même changer de sens (vol en arrière à 30 km/h).

Rappelons qu'il ne faut pas confondre hélicoptère et autogire. L'hélicoptère est un appareil où la force sustentatrice est due uniquement à l'action des hélices à axe vertical, c'est-à-dire à la puissance du moteur. Dans l'autogire, au contraire, l'hélice à axe vertical ne constitue qu'une voilure tournant sous l'effet de la vitesse atteinte grâce à une ou plusieurs hélices de traction ou de

(1) Durée avec retour au point de départ : 1 h 20 mn ; distance en ligne droite sans escale : 16 km 400 ; distance en circuit fermé : 80 km 604 ; vitesse sur 20 km : 122,533 km/h ; hauteur au-dessus du point de départ : 2 439 m.

propulsion. Cette voilure remplace donc les ailes de l'avion, dont la portance est également due à la vitesse de déplacement.

Un détecteur pneumatique d'incendie

DEUX paquebots français, le *Chella* et l'*Athos-II*, ont été, en effet, équipés récemment d'un nouveau dispositif avertisseur d'incendie fonctionnant uniquement à l'air comprimé. L'installation en est fort simple : un réseau de tuyauteries branché sur un réservoir d'air comprimé à environ 2 kg/cm² alimente les détecteurs constitués chacun par un sifflet d'alarme placé au point le plus élevé des locaux à surveiller. Ces circuits aboutissent, d'autre part, à un autre réservoir de faible capacité adapté sur un tableau situé sur la passerelle du commandement. Normalement, un bouchon de matière plastique, fondant à 70° C, obture le sifflet. Si la température dépasse cette limite au voisinage d'un détecteur, cette matière fond et l'air comprimé fait fonctionner le sifflet qui émet un son très aigu. En même temps, sur le tableau de la passerelle, le manomètre correspondant à la tuyauterie intéressée indique une baisse de pression. Son aiguille vient buter contre une pièce métallique et ferme un circuit électrique qui met en action une sonnerie. L'attention de l'officier de quart est ainsi éveillée et le manomètre lui indique le lieu où le détecteur a fonctionné.

Pour remorquer une masse d'une tonne...

DIRE d'une machine qu'elle est capable de remorquer un certain nombre de tonnes à une certaine vitesse ne correspond, en effet, à aucune signification précise si les conditions de cette traction ne sont pas indiquées. La mécanique rationnelle nous enseigne que, dans le vide, si le frottement n'existait pas, la force la plus minime, appliquée *constamment* à une masse quelconque, lui imprimerait un mouvement uniformément accéléré, c'est-à-dire dont la vitesse s'accroîtrait de la même quantité par unité de temps, et deviendrait infinie si l'espace offert au mobile était lui-même sans limite. Seule varierait, selon la force et la masse envisagées, la durée nécessaire pour atteindre une vitesse déterminée. Il n'en est évidemment pas ainsi en pratique. Les frottements divers, la présence de l'air, la nature du chemin parcouru créent des résistances qui, ajoutées au produit de la masse du mobile par son accélération, équilibrent l'effort de traction. Il est curieux de comparer, à cet égard, les divers modes de locomotion mécanique sur terre et dans l'air. Tandis que locomotive et

automobile doivent à l'adhérence sur les rails ou sur le sol la possibilité de transformer en mouvement de translation le couple moteur transmis aux roues, sur l'avion, l'hélice (tractrice ou propulsive, selon qu'elle est située à l'avant ou à l'arrière des ailes) prend appui sur l'air pour assurer à la fois l'avancement et la sustentation qui en résulte. Les mesures effectuées ont montré que, sur rail, l'effort nécessaire pour remorquer une masse de 1 tonne sur un plan horizontal n'est que de 3 kg, par suite de la bonne surface de roulement que représentent les rails et de la dureté des bandages des roues des véhicules. Sur une très bonne route, cet effort passe, pour l'automobile, à 12 kg, à cause du travail absorbé par les aspérités de la route et les déformations des pneumatiques (100 kg sur mauvaise route). Enfin, l'air ne constitue pas, comme on pourrait le croire, le « terrain » le plus parfait. Il faut, en effet, 100 kg pour remorquer 1 tonne, car l'énergie utilisée pour créer la « portance » de l'avion est considérable.

Le pétrole en France et aux colonies

IL est exact que de nombreuses recherches ont été effectuées en France et dans ses colonies pour essayer de découvrir des gisements de pétrole dont notre pays est extrêmement pauvre. En dehors de l'Alsace, où la concession de Pechelbronn a fourni, en 1933, près de 80 000 t de naphte, mais dont la production diminue (70 000 t en 1936), on a exécuté près de 58 000 mètres de forages répartis sur 201 puits situés dans le Jura et la Savoie (15), en Limagne (13), dans les Basses-Pyrénées et les Landes (50), dans l'Hérault (71), en Alsace (19), Pechelbronn exclus, dans les Alpes (7) et 26 dans diverses régions. Malheureusement, aucun résultat intéressant n'a été enregistré. Outre-mer, c'est surtout au Maroc que les recherches se poursuivent par les méthodes modernes d'analyse des terrains et de prospection géophysique et un matériel puissant (capable de forer aux profondeurs de 2 000 à 2 500 m), indispensable pour mener à bien le travail aux points où ont été recueillis des indices favorables. Trois petits gisements ont été découverts, deux au Tselfat et un au Bou-Dara. Un premier chargement de naphte marocain va être expédié en France pour les essais de raffinage. En Tunisie, le pétrole doit se trouver dans des couches profondes du sous-sol qui ne seront explorées que lorsque le matériel sera à pied-d'œuvre. Enfin, il existe des indices de présence d'hydrocarbures à Madagascar, en Afrique Equatoriale Française, en Nouvelle-Calédonie. La France doit donc se préoccuper, sans relâche, de la question des carburants de remplacement pour subvenir aux besoins de sa consommation.

LE CHOIX D'UNE CARRIÈRE

L'INSTRUCTION gratuite a accru considérablement le nombre de jeunes gens qui parviennent aux examens tels que le baccalauréat ou le brevet. Mais, cette porte franchie, une question angoissante se pose, et les milliers de lettres qui nous parviennent témoignent de la difficulté du problème. Comment choisir une carrière ?

Poursuivre les études pour s'engager dans les professions dites « libérales » : avocat, médecin, etc. ? On sait qu'elles sont fort encombrées aujourd'hui. Combien peu, relativement, de ceux qui les embrassent, réussissent à gagner largement leur vie ! Les 50 000 candidats annuels au baccalauréat, même reçus, ne sont pas sûrs d'atteindre leur but... Evidemment, les grandes écoles ouvrent des débouchés plus intéressants. Mais les concours d'entrée, de plus en plus difficiles, en réservent l'accès à l'élite (moins de 10 %). Ce sont donc les autres qui éprouvent les plus grandes difficultés et qui doivent être guidés.

Or, certaines carrières s'entr'ouvrent qui doivent séduire particulièrement l'imagination des jeunes gens épris de sport, de voyages et d'horizons nouveaux. L'aviation ! La marine ! Beaucoup en rêvent, mais très peu savent exactement les ressources qu'elles leur offrent. Voici, à ce sujet, quelques renseignements.

S'agit-il de candidats ayant obtenu le baccalauréat de mathématiques ? Nous leur conseillons d'étudier les programmes des *ingénieurs mécaniciens de la marine* et ceux des *officiers mécaniciens de l'air*. Le caractère technique des épreuves de l'examen réduit, en effet, l'affluence des candidats, moins nombreux qu'à Navale ou à l'Ecole de l'Air et qu'à tous autres concours où chacun peut se présenter. En outre, une carrière qui permet à des jeunes gens qui ne sont pas passés par Polytechnique d'obtenir un grade d'ingénieur dans la marine, pouvant les conduire jusqu'à celui de vice-amiral, ouvre des perspectives qu'il ne faut pas sous-estimer.

Si le candidat est « moyen » en mathématiques, ne possédant que le brevet élémentaire ou la première partie du baccalauréat, d'autres voies lui sont ouvertes. Pour l'Air, voici deux pépinières de sous-officiers et ensuite d'officiers : *Istres, pour les pilotes* ; *Rochefort, pour les mécaniciens*. Pour la Marine de guerre, elle possède deux écoles qui forment chaque année d'excellents sous-officiers de marine, aptes à être promus en quelques années officiers des Equipages de la Flotte. Ce sont : l'*Ecole de Brest, pour toutes les spécialités du pont, les pilotes et la T. S. F.*, et l'*Ecole de Toulon*

pour les mécaniciens d'ordre général et les mécaniciens de l'aviation.

Ces écoles sont gratuites. A leur sortie, la solde est déjà importante ; l'avancement est rapide et, après quinze ans de service, une retraite est assurée ainsi qu'un emploi réservé. On sait que plusieurs millions de francs vont être affectés, dans la Marine, à l'augmentation des effectifs. Le moment est donc propice pour y entrer.

Enfin, notre *Marine marchande* tend à accroître sa flotte. Là aussi, les jeunes gens dont les études sont terminées, peuvent trouver une carrière en préparant rapidement les examens qui les conduisent aux grades d'*élèves officiers « pont »* ou *« machine »* et de *lieutenants officiers mécaniciens et officiers-radios*.

Sans entrer dans le détail des avantages pécuniaires et matériels accordés à ces diverses catégories d'activité sur mer et dans les airs, nous pouvons cependant donner ci-dessous quelques chiffres fixant leur ordre de grandeur :

La solde des sous-officiers mécaniciens et pilotes de l'Air s'élève de 546 f (sergent) à 1 173 f (adjudant) ; de plus, les sous-officiers pilotes touchent des indemnités journalières de 12 à 15 f. Les officiers de l'Air touchent par an de 15 000 f (sous-lieutenant) à 120 000 f (général de division ou assimilé).

Dans la *Marine de guerre*, les seconds maîtres, après douze mois de service, reçoivent 816 f par mois (nourris et logés). Par « échelons », les sous-officiers atteignent jusqu'au maître principal, soit, après vingt ans de service, 1 851 f ; puis officier des équipages jusqu'au grade correspondant à lieutenant-colonel : appointements, 45 000 f par an environ.

Dans la *Marine marchande*, les traitements et avantages varient avec les Compagnies. Cependant, on peut compter : officiers de pont : capitaine au long cours, lieutenant de 1^{re} classe, 35 000 à 40 000 f ; capitaine de 1^{re} classe, 65 000 f ; commandant de 2^e classe, 110 000 à 120 000 f, 200 000 f sur les grands chalutiers, auxquels s'ajoutent des à-côtés intéressants.

Quant aux officiers mécaniciens, le gain d'un « 1^{re} classe » est en moyenne de 40 000 f ; un « chef » touche 58 000 f, plus des primes importantes. Enfin, les élèves-officiers débutent en général à 6 000 f (pont ou mécanicien).

Tous sont, en outre, nourris et logés gratuitement et ont droit à une retraite.

L'*Ecole de Navigation maritime et aérienne*, 19, rue Viète, à Paris (17^e), qui s'est spécialisée dans la préparation de ces examens et de ces concours, tient à la disposition de tous un service complet de documentation.

COMMENT LA TECHNIQUE TRIOMPHE SUR LA « SIMCA-8 »

LES remarquables performances de la SIMCA-8 (plus de 110 km/h avec moins de 9 litres d'essence aux 100 km), avec 4 personnes à bord, ne peuvent résulter évidemment que de l'application rationnelle de tous les perfectionnements de la technique automobile moderne.

Sur le *moteur* du type carré, cœur de la voiture, voici par exemple les soupapes en tête, solution reconnue la meilleure pour l'utilisation de l'énergie thermique du carburant, car elle autorise une forme plus régulière des chambres d'explosion, un meilleur remplissage des cylindres, un échappement plus rapide et plus complet des gaz. Les sièges de soupapes, rapportés, en alliages de haute résistance, évitent toute « mauvaise portée » et améliorent par suite le rendement. Enfin, la commande des soupapes par tiges et culbuteurs assure un fonctionnement véritablement silencieux.

Voici encore la *culasse en aluminium*. Nos lecteurs savent que l'évacuation des calories, trois fois plus rapide qu'avec la fonte, supprime l'apparition de « points chauds », cause d'autoallumages, et permet, par conséquent, une compression plus élevée, d'où un meilleur rendement. Enfin, le *carburateur inversé* — dans lequel l'action de la gravité s'ajoute à l'aspiration du moteur — contribue également à assurer un parfait remplissage des cylindres. Le résultat ? 32 ch, avec une cylindrée de 1 089 cm³, soit 30,3 ch par litre, ce qui est vraiment remarquable.

Du côté mécanique, même souci de mettre en œuvre les progrès les plus récents. Ainsi, le *vilebrequin*, reposant sur trois paliers, parfaitement équilibré, n'est le siège d'aucune vibration. La suspension du moteur sur trois blocs de caoutchouc évite la transmission à la carrosserie des vibrations dont un 4 cylindres est le siège, surtout aux allures réduites.

L'adoption d'une *boîte à quatre vitesses* (avec synchroniseur pour les troisième et quatrième vitesses) s'imposait évidemment. On sait, en effet, qu'elle permet de disposer toujours de la démultiplication la mieux adaptée au profil de la route, d'obtenir des démarrages rapides, d'accélérer brusquement en passant à une « vitesse » inférieure pour doubler, et de faire rendre au moteur le maximum de puissance en compensant le manque de souplesse inhérent au principe même du fonctionnement du moteur à explosions. Il en résulte une économie de carburant. Signalons en passant : l'*embrayage monodisque*, fonctionnant à sec sur moyeu élastique ; la *transmission* par arbre tubulaire avec le réglage de l'extérieur du jeu du pignon ;

enfin, le *pont arrière* à couple conique à taille hélicoïdale, et le *différentiel* monté sur roulements à rouleaux coniques.

Et voici le *châssis* : d'une rigidité absolue, en tôle d'acier emboutie, il est renforcé par une traverse en X. Indépendant de la carrosserie, il est donc *réparable*. Une répartition judicieuse des poids (moteur déporté vers l'avant) permet d'abaisser le centre de gravité, d'où une plus grande stabilité dans les virages. D'ailleurs, un *stabilisateur antidéportant* oblige le plan de la carrosserie à rester constamment parallèle à la route.

Quant à la *suspension*, rappelons que les *roues avant indépendantes* (avec écartement rigoureusement constant quels que soient les cahots de la route) peuvent osciller sans s'influencer mutuellement et sans transmettre aucune réaction au châssis. La faible inertie des masses en mouvement permet aux roues de suivre les inégalités de la route en gardant toujours

l'adhérence au sol. Les *ressorts avant* verticaux en acier manganésif, éprouvés sur une machine unique en France, sont dans un bain d'huile, à l'abri de la boue, de la poussière, de la rouille. Des *amortisseurs hydrauliques*, indérégables, laissent aux ressorts leur élasticité et suppriment les

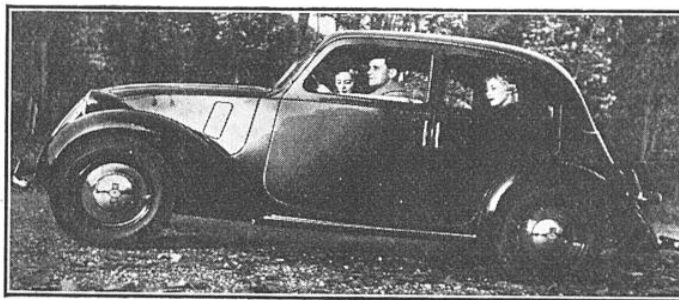
« coups de raquette ». Pour en terminer avec la « mécanique », mentionnons les *freins hydrauliques*, sûrs et progressifs, puissants, avec tambours en alliage d'aluminium refroidis par des ailettes, qui assurent l'*arrêt en ligne* de la voiture quels que soient la vitesse et l'état de la route.

Une innovation dans l'*équipement électrique* : une dynamo à deux régimes, avec réglage de la tension et du débit commandé par le contacteur des phares, assure une charge rationnelle de la batterie, en évitant toute surcharge en été par exemple. Le choix de la tension de 12 V a permis d'obtenir le meilleur rendement de tout l'équipement (dynamo, lampes, etc.). Chaque phare étant alimenté par un circuit séparé, l'extinction simultanée n'est pas à craindre.

La *carrosserie* monocoque, tout acier, offre une résistance énorme à la déformation.

Aussi, le *confort* des passagers qui peuvent accéder aisément aux sièges (suppression des montants de portes intermédiaires) est remarquable, par suite de l'étude rationnelle des dimensions de cette « 4 places » qui n'est pas inutilement grande.

En résumé, la perfection technique, la conduite agréable, la sécurité maximum font de la SIMCA-8 la voiture moyenne qui répond à tous les désirs.



VUE D'ENSEMBLE DE LA « SIMCA-8 », 4 PLACES

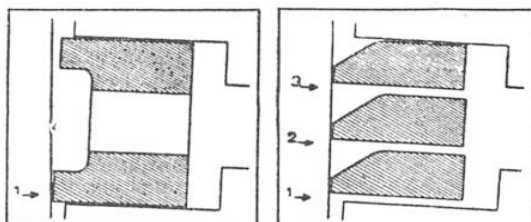
LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Pour économiser l'huile du moteur

Pourquoi les moteurs usagés dépensent trop d'huile. — La pompe envoie de l'huile sous pression dans la canalisation du vilebrequin ; l'huile arrive aux têtes de bielles au travers du vilebrequin ; la pression la chasse ensuite à chaque extrémité des coussinets des têtes de bielles ; une partie de cette huile est projetée, par la force centrifuge, à l'intérieur des cylindres, au moment où les pistons se trouvent assez haut. Les pistons refoulent une partie de cette huile en descendant ; ils élèvent ensuite une



FONCTIONNEMENT D'UN RACLEUR

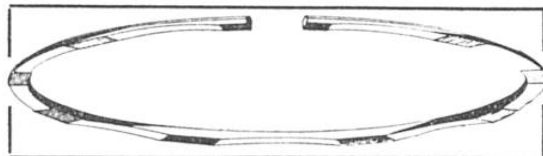
A gauche : fonctionnement d'un racleur ordinaire quand le piston bascule dans le cylindre ovalisé. — A droite : fonctionnement des racleurs 3 E dans le même cas. Le racleur est effectif aux trois étages.

partie de l'huile qui est restée sur la paroi des cylindres. Le mouvement de va-et-vient des pistons tend donc à élever constamment de l'huile en haut des cylindres. Les segments forment un barrage insuffisant dans la plupart des cas. L'huile qui atteint le haut des cylindres est brûlée avec les gaz et disparaît dans l'échappement ; cette huile est donc gaspillée.

La consommation d'huile augmente avec l'usure du moteur en raison de l'augmentation du jeu des têtes de bielles et du jeu des pistons dans les cylindres.

Les racleurs ordinaires. — Les racleurs d'huile utilisés sur la plupart des moteurs sont des segments spéciaux, caractérisés par une gorge et des fentes ou des trous qui permettent à l'huile de passer au fond de la gorge des pistons. La paroi des pistons est elle-même percée de telle façon que l'huile arrive à l'intérieur des pistons ; elle retombe ensuite dans le carter du moteur.

Les nouveaux racleurs 3 E. — Les racleurs 3 E, fabriqués par la Société des Segments



LE SEGMENT RACLEUR « 3 E »

Amédée Bollée, ont une action particulièrement efficace et durable à cet égard.

Les nouveaux racleurs 3 E sont constitués par trois segments très minces ayant un profil conique et dont la face inférieure est ondulée.

Les trois éléments sont superposés dans la gorge inférieure (au-dessus de l'axe du piston). L'huile passe entre les éléments dont la mobilité relative empêche la stagnation de l'huile et l'encrassement des passages d'huile.

Les trois éléments appuient séparément sur la paroi du cylindre ; ils sont indépendants les uns des autres ; on obtient donc un racleur à trois étages, qui reste efficace dans le cas des moteurs usagés, dont les pistons basculent à l'intérieur des cylindres ovalisés.

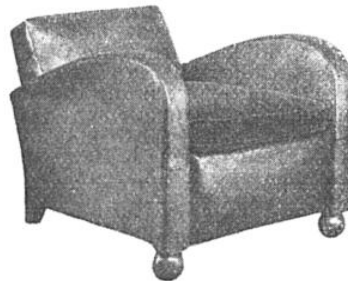
Ces racleurs réalisent une économie considérable, et très souvent totale, en supprimant toute consommation d'huile.

La Société des Segments Amédée Bollée sort à présent 1.200 racleurs 3 E tous les jours. Ce chiffre indique à quel point ses nouveaux racleurs sont appréciés.

Les automobilistes intéressés par cet exposé pourront demander la notice explicative à cette adresse : LES SEGMENTS AMÉDÉE BOLLÉE, LE MANS, ou aux nombreux agents de la marque.

Un vrai fauteuil de repos

LORSQUE, fatigué, vous vous asseyez dans un fauteuil, vous éprouvez évidemment une sensation agréable de repos, puisque ce meuble doit être établi en vue de supprimer tout travail musculaire. Mais, lorsque vous vous relevez, il arrive souvent que vous ressentiez certaines courbatures provenant d'une position défectueuse du corps, dont toutes les parties n'ont pas été convenablement mises au repos. L'inclinaison du dossier joue, en effet, un rôle important pour que les organes internes ne soient pas comprimés et pour que les muscles abdominaux ne soient aucunement contractés. Le fauteuil représenté ci-contre répond précisément à ce désir. D'un fini irréprochable, entièrement recouvert de cuir, il ne procure pas seulement la sensation du repos, mais encore le repos réel. Sa profondeur assure aux jambes un appui total, puisque le coussin recouvert de cuir qu'il comporte, tout en améliorant le confort du siège, soutient l'articulation du genou.



SIÈGES CONSTANT, 6, boul. Voltaire, Paris (11^e).

LE FAUTEUIL « CONSTANT »

Pour la protection des carrosseries d'automobiles

PARMI les surfaces vernies d'une carrosserie d'automobile, les parties des ailes qui se raccordent au marchepied ou, si celui-ci n'existe pas, celles qui sont situées vers les portes de la voiture, sont les plus exposées aux détériorations provoquées par les chaussures des voyageurs, qui montent ou descendent sans précaution. Elles risquent également d'être rayées par les graviers projetés par les roues. En mettant à profit le sûreté bien connue du

chrome, on peut éviter maintenant ces ennuis au moyen des sabots d'ailes *Eclair*, en laiton chromé, qui s'adaptent aisément au bas des ailes et les protègent. De même, le tampon *Eclair* se fixe facilement au pare-choc et, par ses dimensions, compense les différences de hauteur des pare-chocs, et accroît leur protection. Enfin, signalons l'obturateur *Eclair*, qui masque le trou de passage de la manivelle; le bouchon *Eclair*, imperdable et antivol, et les pare-chocs latéraux *Eclair*, évitant aux voitures sans marchepied de recevoir la boue projetée par les roues.

V. RUBOR.

ETABLISSEMENTS CHALUMEAU, 13, rue d'Armenonville, Neuilly (Seine).

CHEZ LES ÉDITEURS ⁽¹⁾

La population allemande, par Marcel Dutheil.
Prix franco : France, 27 f; étranger, 30 f.

Voici un ouvrage documenté et original sur les variations du phénomène démographique et leur influence sur la civilisation occidentale. Après avoir montré que tous les pays européens n'ont pas accru leur natalité dans les mêmes proportions, l'auteur y expose les conséquences qui en découlent pour les collectivités humaines. Alors que l'Allemagne procréait sans mesure, la France, au contraire, voyait s'amoindrir le taux de ses naissances; alors, simultanément, s'effectuait une « montée vieillissante » dans sa population. Chaque pays enregistre donc un développement du phénomène démographique qui lui est propre. M. Dutheil a également mis en évidence un autre phénomène dans l'évolution sociale des groupements humains, à savoir que c'est la « crue » du nombre des individus qui a engendré la formation des masses dites prolétariennes. Le prolétariat, de nos jours, ne saurait donc plus être envisagé comme une classe sociale mais bien incontestablement comme une « classe humaine ». D'une telle transformation résultent notamment les manifestations enregistrées dans la vie allemande depuis la seconde moitié du XIX^e siècle. Sous ce titre général : *L'Allemagne et le Nombre*, l'auteur a examiné successivement les questions suivantes : évolution démographique et civilisation, phénomène prolétarien, phénomène de masse, discipline collective, forces de travail et moyens matériels. C'est de l'accroissement de la « somme » des richesses qui a suivi l'avènement de la grande industrie que part l'élan démographique au cours du dernier siècle. Il correspondrait, suivant l'auteur, à une période — nous allions dire à une « phase », en langage de physicien — de passage d'un âge ancien à un âge nouveau au point de vue historique. Devant l'équipement « colossal » du globe terrestre (en Europe et en Amérique surtout) réalisé par cette grande industrie, une sorte d'instinct a incité les collectivités humaines à restreindre leur fécondité, d'où abaissement de la natalité. La vie des peuples serait donc commandée et par le nombre et par la jeunesse des éléments qui les composent. Dans cette « phase » de transition qui tend — comme dans les équilibres physico-chimiques, par exemple — vers

un équilibre nouveau, nous pouvons suivre rigoureusement (à l'aide des données de la science statistique notamment) l'évolution du phénomène démographique en Europe occidentale tout particulièrement. En ce qui concerne l'Allemagne contemporaine, il est ainsi possible d'envisager ses perspectives d'avenir (vieillessement, dépeuplement). Les conditions nouvelles de la vie germanique doivent, par suite, exercer des influences déterminantes sur la structure de la civilisation allemande elle-même. C'est déjà une néo-civilisation qui apparaît à l'horizon de notre civilisation occidentale. C'est, du moins, ce qui semble résulter de l'examen comparé des coefficients de peuplement et des coefficients de natalité. Cette étude a permis à M. Dutheil de rectifier quelques erreurs d'ordre démographique ayant trop souvent cours et qui conduisent à des conclusions fallacieuses, telles celle-ci : confusion de la *qualité* de production avec sa *quantité*. Pourquoi, par exemple, mesurer la *natalité* par rapport à la population totale, qui inclut les enfants qui, eux, ne procréent pas encore ! C'est avec de telles interprétations aussi trompeuses qu'on a pu affirmer que la France, en 1930, était devenue plus prolifique que l'Allemagne !

Ces quelques aperçus inciteront sans doute les esprits cultivés à ne plus méconnaître la portée et la gravité des problèmes démographiques dont les solutions peuvent, avec le temps, bouleverser la carte politique d'un continent.

Leçons militaires de la guerre civile en Espagne, par Helmut Klotz. Prix franco : France, 32 f; étranger, 35 f.

L'auteur, que les lecteurs de *La Science et la Vie* ont pu apprécier pour sa documentation minutieuse et variée, vient de faire paraître un premier inventaire des enseignements qu'il a pu recueillir sur la guerre civile espagnole du point de vue militaire. Aviation, défense aérienne, chars d'assaut, tanks propulsés par moteur Diesel, défense antichars, pénétration et protection des éléments cuirassés, autant de sujets d'actualité susceptibles de susciter la curiosité de ceux qui cherchent à accroître au jour le jour leurs connaissances dans tous les domaines de l'armement. Celui-ci, de plus en plus perfectionné, s'enrichit sans cesse de nouveautés d'un réel intérêt qu'on ne peut ignorer.

M. Klotz, ancien officier de la marine impériale allemande, s'efforce donc de « parler » à la

(1) Les ouvrages annoncés peuvent être adressés par LA SCIENCE ET LA VIE au reçu de la somme correspondant au prix indiqué, sauf majoration.

fois en spécialiste documenté et aussi en journaliste impartial. En consultant ses précédents ouvrages, publiés à Berlin, à Londres, à Paris, nous y avons toujours trouvé bien des choses à retenir. Les événements militaires d'Espagne ne pouvaient évidemment laisser M. Klotz indifférent ; aussi nous apporte-t-il aujourd'hui la « récolte » des documents et renseignements qu'il a pu recueillir en les commentant de son point de vue personnel.

Les flottes de combat (1938). Prix franco : France, 60 f ; étranger, 67 f.

Voici la nouvelle édition pour 1938, d'un annuaire dont la documentation minutieusement mise à jour renferme tous les renseignements, même les plus récents, concernant les différentes marines militaires du monde. C'est un vade-mecum qui est, non seulement indispensable aux marins, aux ingénieurs des constructions navales, mais encore aux diplomates et aux hommes politiques, sans oublier les journalistes, qui auront besoin de le consulter, ne fût-ce que pour suivre l'évolution actuelle de la politique navale des grands pays à l'heure où s'arment, sur mer comme dans les airs, les puissances militaires d'Europe et d'Amérique.

Les flottes de l'air en 1937 (Edition parue en 1938). Prix franco : France, 49 f ; étranger, 54 f.

Ce nouvel inventaire, sous forme d'annuaire, a été établi sur les mêmes principes que celui des marines militaires (flottes de combat 1938). Il constitue une mise au point rigoureuse de l'aviation existant actuellement dans les principales nations du globe. Les matériels les plus modernes font l'objet de notices détaillées, avec photographies, donnant les caractéristiques des appareils, soit en service, soit même en construction. Voilà une source précieuse de documentation aéronautique pour tous ceux qui, par profession, doivent se tenir au courant de l'évolution des « choses de l'air » dans le monde, à une époque où l'effort constructif des nations

s'affirme plus intense que jamais pour « doter » leurs forces aériennes d'« engins » de plus en plus puissants, de plus en plus rapides.

En Orient, par Pavlenko, ouvrage en langue russe édité à Moscou, 1937.

Sous la forme d'une anticipation romancée, l'auteur nous offre le spectacle de ce que sera, selon lui, la lutte qui, un jour ou l'autre, s'engagera aux frontières limitrophes de l'U. R. S. S. et de l'Orient proprement dit. Alors, on verra la mise en œuvre de toutes les forces soviétiques dans leurs réalisations techniques en vue d'assurer le triomphe de la civilisation moscovitaire suivant les préceptes de Staline. Inutile d'ajouter que l'auteur, qui connaît les conditions d'une guerre moderne à la fois scientifique et économique, a su faire œuvre habile de propagande en faveur d'une doctrine politique et en y mettant adroitement à profit les épisodes caractéristiques d'une lutte moderne.

Annuaire de la photo et du cinéma, édition 1937 (TIRANTY). Prix franco : France, 18 f 20 ; étranger, 20 f 20.

Excellent recueil, luxueusement édité, minutieusement documenté, susceptible d'intéresser tous ceux qui suivent l'évolution de ces deux branches industrielles de la photochimie appliquée aux arts. Voici des nouveautés techniques (études d'ensemble), des applications pratiques, conseils, des perfectionnements de matériel minutieusement décrits. Grâce à un index alphabétique détaillé, on peut trouver aisément les renseignements cherchés sur les procédés, les films, les pellicules, les appareils, les opérations, les produits photographiques, les caméras, les agrandisseurs, les projecteurs, les lampes, la photo en couleurs, la photo infrarouge, la photométrie. Que de sujets scientifiques captivants de par leurs merveilleuses applications et que, du reste, les lecteurs de *La Science et la Vie* ont vu exposés ici au fur et à mesure des progrès accomplis par la photo et par le cinéma au cours de ces dix dernières années !

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

UN OUVRAGE SENSATIONNEL SUR LES SCIENCES MYSTÉRIEUSES

LA GRANDE ENCYCLOPÉDIE ILLUSTRÉE DES SCIENCES OCCULTES

DEUX FORTS VOLUMES RELIÉS
ET ILLUSTRÉS, PUBLIÉS SOUS LA
DIRECTION DE D. NÉROMAN

**Astrologie - Cartomancie - Chiromancie - Graphologie
Arts divinatoires - Magnétisme - Télépathie - Sciences
psychiques - Traité des Rêves divinatoires - Géomancie
Tarots - Onomancie - Magie - Radiesthésie.**

POUR PERMETTRE A CHACUN D'ÉTABLIR SON HOROSCOPE
DE DÉVOILER SON AVENIR ET DE DÉTERMINER SON DESTIN

LE MYSTÈRE DE NOTRE DESTINÉE. — Un grand courant nous porte vers la connaissance toujours plus approfondie du Mystère de notre Destinée. La noble science de l'Occultisme qui renaît permet seule de répondre aux multiples questions que nous nous posons chaque jour.

LES SCIENCES OCCULTES ÉLARGISSENT TOUTES LES POSSIBILITÉS HUMAINES. — Celui qui connaît et sait utiliser les lois qui régissent la destinée humaine peut user du pouvoir qu'elles permettent d'acquiescer et peut tout en obtenir. Celui qui les suit sans les connaître, ne sachant pas guider sa vie ni dominer hommes et événements, végète au long de ses jours dans une situation difficile.

CHACUN PEUT ÊTRE MAÎTRE DE SON DESTIN. — La Grande Encyclopédie Illustrée des Sciences Occultes, que nous sommes heureux de mettre à la disposition du public, est une œuvre de rénovation spirituelle grâce à laquelle vous pourrez posséder la « clé des choses cachées ». Pour l'homme évolué, le Grand Secret n'a plus sa raison d'être. Notre Encyclopédie, premier ouvrage sérieux et complet sur les Sciences Occultes, est le guide infailible qui vous permettra d'avancer sur le chemin de la connaissance et du bonheur.

UNE ŒUVRE DE CLARTÉ ET DE VÉRITÉ. — Due à la collaboration de savants et écrivains compétents et spécialisés, sous la direction de D. NÉROMAN, le célèbre occultiste et rénovateur, la Grande Encyclopédie Illustrée des Sciences Occultes met tout en lumière pour faire de vous un homme clairvoyant, pouvant, sans intermédiaire, prévoir son avenir.



Reproduction réduite des 2 volumes. Format réel : 18x25 cm.

Représentants acceptés
dans tous les départements

APERÇU DE QUELQUES CHAPITRES DE L'OUVRAGE :

Astrologie. Historique avant et après J.-C. — Moyen âge. — Influence du Soleil, de la Lune et des Astres. — Comment dresser son propre horoscope. — **Cartomancie.** L'art de tirer les Cartes. — Réussites. — Art divinatoire des Cartes. — **Chiromancie.** Les fluides de la main. — L'avenir lu dans la main. — **Graphologie.** Comment connaître un caractère par la graphologie. — Comment on devient graphologue. — **Magnétisme.** Télépathie. — Séducteurs et séduction. — Magnétiseurs et guérisseurs. — Magnétisme expérimental. — **Contacts avec l'au-delà.** Les âmes. — Les possédés. — Les médiums. — Fantômes et désincarnés. — Pressentiments. — Les vivants et les morts. — **Les rêves divinatoires.** Les rêves dans l'antiquité. — Observations modernes. — Sentiments et désirs dans les rêves. — L'avenir dans les rêves. — Dictionnaire des rêves. — **Les tarots.** La divination par les tarots. — Comment consulter l'oracle et connaître l'avenir. — **Haute et basse magie.** Origine de la magie. — La lutte contre la maladie et la mort. — Prière, sacrifices. — Symbolisme. — La Kabbale. — Sorcellerie. — Possession et exorcismes. — Talismans. — Envoûtements. — Alchimie. — Science et Magie. — **Géomancie.** L'avenir par la géomancie. — La divination par les figures choisies du hasard. — Intuitions. — Présages. — Procédés de divination. — **Radiesthésie.** Comment utiliser baguettes et pendules. — Réalisations merveilleuses des sourciers, etc., etc.

La « Grande Encyclopédie Illustrée des Sciences Occultes » forme deux magnifiques volumes format 18x25 cm. — 1.070 pages. — 40.000 lignes de texte. Plus de 550 illustrations dont 21 hors-texte en noir et couleurs. Riche reliure originale. Livrable immédiatement. Rien à payer d'avance. 14 mois de crédit.

BON GRATUIT

Veuillez m'adresser la brochure illustrée gratuite de 44 pages : **Mystères de notre Destinée.**

Nom

Prénoms

Adresse

Ville

Département

Découpez ce bon et envoyez-le à :

ÉDITORIAL ARGENTOR

Société Anonyme
d'Éditions

BULLETIN DE SOUSCRIPTION DE FAVEUR

Veuillez m'adresser un exemplaire de la Grande Encyclopédie Illustrée des Sciences Occultes publiée sous la direction de D. Néroman, en deux volumes reliés, illustrés, au prix de faveur de 225 fr., l'ouvrage complet, payable : a) par versements mensuels de 15 fr. ou de 20 fr. (le premier versement au commencement du mois suivant la réception de l'ouvrage, le second de 15 fr. ou de 20 fr. le mois suivant, et ainsi tous les mois jusqu'à complet paiement*). — b) Avec 3 % d'escompte en trois versements de 76 fr. 10 chacun (port et emballage compris*), le premier le mois suivant la réception de l'ouvrage. — c) Au comptant avec 6 % d'escompte, soit 221 fr. 50 (port et emballage compris, après réception de l'ouvrage*). — Il est entendu que, suivant l'usage, les frais de port fixés forfaitairement à 10 fr. sont à ma charge, ainsi que les frais d'encaissement des traites mensuelles.

(*) Biffer le mode non choisi.

Date :

Signature :

Nom Prénoms

Profession Domicile, rue

Ville Département

Adresse de l'emploi Par gare de

Découpez ou recopiez ce Bulletin et envoyez-le immédiatement à :

21, r. de la Nuée-Bleue, STRASBOURG

PIREL C. BLOC

UN CLIENT DE DEMAIN VOUS PARLE...



*Moi,
j'estime que...*

Les nouvelles générations s'intéressent vivement à l'automobile. Quoique profanes en raison de leur âge, les jeunes garçons savent parfaitement discerner les belles et les bonnes voitures dans le flot de la circulation .

"Moi j'estime que rien ne vaut la PEUGEOT", déclare cet écolier averti!... car il a vu passer les 302 et les 402, rapides, silencieuses, esthétiques; il a éprouvé le moelleux de leurs coussins et le luxe de leur équipement.

La vérité sort de la bouche des enfants!...



Peugeot

LA QUALITÉ QU'ON NE DISCUTE PAS

302
402
LEGERE
402

PUBL. C. BLOCH