

France et Colonies : 5 fr.

N° 244 - Octobre 1937

LA SCIENCE ET LA VIE



LE CONTRÔLE DE LA MATIÈRE
FACTEUR DE PROGRÈS MÉCANIQUE : L'AUTOMOBILE DE 1937

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



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

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

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

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

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

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

DÉTAIL : PAPETIERS — LIBRAIRES — OPTICIENS — INSTRUMENTS DE PRÉCISION

GROS : **CARBONNEL & LEGENDRE, FABRICANTS**

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

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

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



La Vitese qui repose

Quelle joie de rouler, plus vite encore !... Mais quelle angoisse parfois lorsque la voiture manque de confort et de sécurité. A quoi bon posséder un véhicule puissant, donc coûteux si, au delà d'une certaine vitesse sa tenue de route est défectueuse et sa direction incertaine ! Une voiture moderne doit se faire oublier de son conducteur et de ses passagers en leur procurant à tout instant la quiétude morale et la détente physique, ceci quels que soient l'état de la chaussée et la vitesse. C'est parce que Peugeot a réalisé ces conditions idéales (tous les usagers de la marque vous le confirmeront) que les Peugeotistes peuvent dire... *qu'importe la mauvaise route !*

Le confort et la sécurité Peugeot sont dus à un ensemble de perfectionnements dont voici les principaux : Roues Avant Indépendantes. Amortisseurs indé réglables à double effet. Graissage permanent des lames de ressorts. Répartition anti-oscillatoire des charges sur le châssis.



Peugeot

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.**

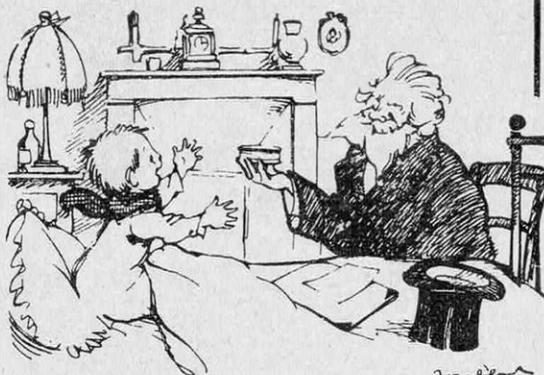
A tous les malades désespérés qui ont vainement essayé les vieilles méthodes médicamenteuses si funestes pour les voies digestives, à tous ceux qui ont vu leur affection rester rebelle et résister aux traitements les plus variés, à tous ceux qui ont dépensé beaucoup d'argent pour ne rien obtenir et qui 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.



- De la Pâte Regnauld... Ah bon Docteur
vous êtes un chic médecin !

**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".

un ensemble
unique...

PHOTOGRAVURE
CLICHERIE
GALVANOPLASTIE
DESSINS
PHOTOS
RETOUCHES

pour
illustrer vos
Publicités

Établissements

Laureys Frères
* 0
17, rue d'Enghien, Paris



FIRCSA

VOTRE OREILLE VOUS TROMPE

Vous connaissez certainement des sans-filistes qui, chaque jour et même plusieurs fois par jour, passent leur temps à capter des programmes quelconques à l'aide d'appareils d'une technique rudimentaire. Interrogez-les : ils vous répondront qu'ils sont on ne peut plus satisfaits de leur poste — Ils ne se rendent pas compte que l'accoutumance leur a enlevé peu à peu toutes leurs facultés critiques. — Leur oreille, devenue plus indulgente, ne réagit plus. — Elle accepte passivement tout ce qui sort de l'appareil. — Et ces sans-filistes passionnés sont de bonne foi, persuadés que la radio à laquelle ils se sont, hélas! habitués, est la Radio, la vraie...

Leur erreur est commune aux radiophiles qui ne savent pas que la radio marche à "pas de géante"... Aussi, nous disons à tous les sans-filistes : venez écouter les nouveaux postes Philips 38 — Ils vous donneront enfin une idée exacte de la radio moderne — En vous permettant d'entendre *MIEUX, DAVANTAGE, PLUS FACILEMENT*, ils restitueront à votre oreille la notion de la vérité musicale et vous feront pénétrer de plain-pied dans un domaine qui est en quelque sorte le fief technique de Philips : celui de la musicalité.

Ecouter

MIEUX. DAVANTAGE. PLUS FACILEMENT
avec

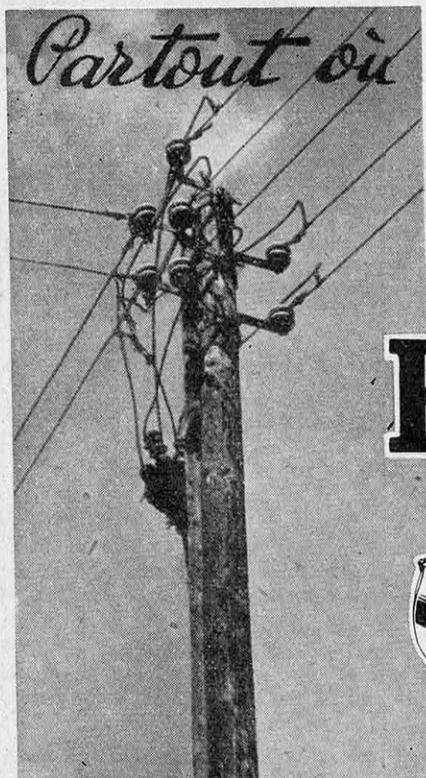
PHILIPS

Série Symphonique 38 - Série populaire - Meubles radio-phono - Postes à batteries - Postes Auto-Radio - Prix de lancement à partir de 1195 frs ou 79 frs par mois.



E. W.

SANS-FILISTE, OUI... SANS PHILIPS, NON

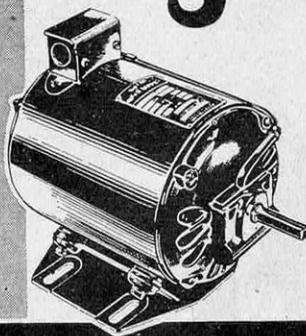


*Partout où passe
le courant lumière*

...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

R.L.D

VOTRE RÊVE...

PARTIR,
BATIR,
VIVRE...

.... *il est là*

*dans le billet qui vous attend,
à quelques pas de chez vous,*

VOTRE BILLET du
prochain tirage de la

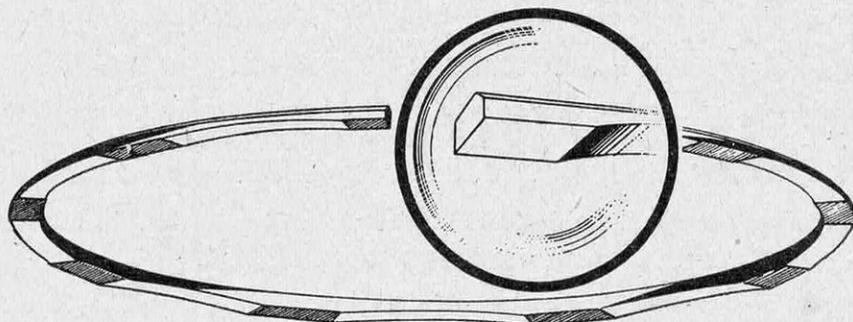
LOTÉRIE NATIONALE

prenez votre chance!



Les racleurs 3 E. SANS FENTES et SANS TROUS

BREVET 399.204



Les racleurs 3 E.
sans fentes et sans
trous se montent à
la place des racleurs à fentes
ou des racleurs à trous sur tous les
pistons, sans aucune complication.

Les 3 éléments sont libres; ils
appuient séparément sur la paroi
du cylindre.

Le raclage est encore assuré si le
piston bascule à l'intérieur du
cylindre.

Le glissement des éléments les uns
sur les autres et dans la gorge
assure un nettoyage automatique et
continu des passages d'huile entre
les éléments.

Les racleurs à 3 étages économi-
sent à peu près toute l'huile du
moteur.

Les racleurs 3 E. conviennent aussi
bien sur les moteurs usagés qui
consomment de l'huile ou sur les
moteurs rectifiés pour empêcher la
consommation.

ce sont des
SEGMENTS

Amédée Bollée

SALON DE L'AUTOMOBILE Stand 132, Balcon A

ÉTUDES CHEZ SOI

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

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

L'ÉCOLE UNIVERSELLE,

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

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

LES MILLIERS DE SUCCÈS

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

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

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

BROCHURE N° 29.103, 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° 29.108, 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° 29.113, concernant la préparation à *tous les examens* de l'**Enseignement supérieur** : licence en droit, licence ès lettres, licence ès sciences, certificat d'aptitude aux divers professorats, etc.

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

BROCHURE N° 29.117, 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° 29.120, 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° 29.126, concernant la préparation à tous les brevets et diplômes de la **Marine marchande** : Officier de pont, Officier mécanicien, Commissaire, T. S. F., etc.

(Enseignement donné par des officiers de pont, Ingénieurs, Officiers mécaniciens, Commissaires, Professeurs de l'Université, etc.)

BROCHURE N° 29.134, 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° 29.137, 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° 29.142, 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° 29.147, 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° 29.150, concernant la préparation aux carrières du Cinéma : Carrières artistiques, techniques et administratives.

(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

BROCHURE N° 29.156, concernant la préparation aux carrières du Journalisme : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc.

(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

BROCHURE N° 29.161, 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° 29.165, 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° 29.171, concernant l'enseignement de tous les Arts du Dessin : Cours universel de dessin, Dessin usuel, Illustration, Caricature, Composition décorative, Décoration, Aquarelle, Peinture, Pastel, Fusain, Gravure, Décoration publicitaire — concernant également la préparation à tous les Métiers d'art et aux divers Professorats, E. P. S., Lycées, Ecoles pratiques.

(Enseignement donné par des Artistes réputés, Lauréats des Salons officiels, Professeurs diplômés, etc.)

BROCHURE N° 29.178, concernant l'enseignement complet de la musique : Musique théorique (Solfège, Chant, Harmonie, Contrepoint, Fugue, Composition, Instrumentation, Orchestration, Transposition), Musique instrumentale (Piano, Accompagnement au piano, Violon, Flûte, Mandoline, Banjo, Clarinette, Saxophone, Accordéon) — concernant également la préparation à toutes les carrières de la Musique et aux divers Professorats officiels ou privés.

(Enseignement donné par des Grands Prix de Rome, Professeurs membres du jury et Lauréats du Conservatoire national de Paris.)

BROCHURE N° 29.181, concernant la préparation à toutes les carrières coloniales : Administration, Commerce, Industrie, Agriculture.

(Enseignement donné par des Fonctionnaires supérieurs des Grandes Administrations, Techniciens spécialistes des questions coloniales, Ingénieurs d'Agronomie coloniale.)

BROCHURE N° 29.186, concernant l'Art d'écrire (Rédaction littéraire, Versification) et l'Art de parler en public (Eloquence usuelle, Diction).

BROCHURE N° 29.190, enseignement pour les enfants débiles ou retardés.

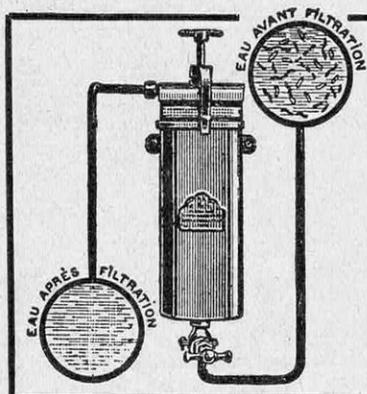
BROCHURE N° 29.195, concernant les carrières féminines dans tous les ordres d'activité.

BROCHURE N° 29.198, Coiffure, Manucure, Pédicure, Massage, Soins de beauté.

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

L'ÉCOLE UNIVERSELLE

59, boulevard Exelmans, PARIS (16^e)



LE
FILTRE CHAMBERLAND
SYSTÈME PASTEUR

sans emploi d'agents chimiques

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

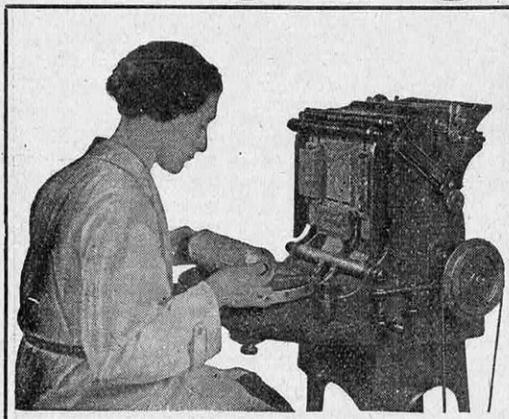
FILTRES A PRESSION **FILTRES DE VOYAGE**
ET SANS PRESSION **ET COLONIAL**

BOUGIES DE DIVERSES POROSITÉS POUR LABORATOIRES

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

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.**

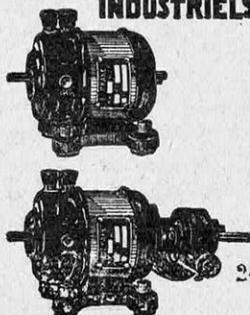
PRÉSENTATION MODERNE
4 fois moins chère que l'étiquette

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

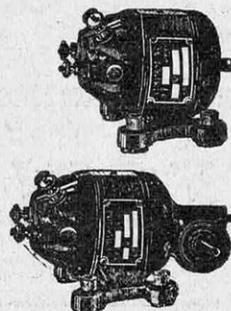
MACHINES DUBUIT
62 bis, rue Saint-Blaise

PARIS
Roq. : 19-31

PETITS MOTEURS
INDUSTRIELS



L. DRAKE CONSTRUCTEUR



TELEPHONE
MOLITOR 12.39

MARINE - AVIATION - T.S.F.

**LES PLUS BELLES
CARRIÈRES**



**L'ÉCOLE
DE NAVIGATION
MARITIME & AÉRIENNE**

(Placée sous le haut patronage de l'Etat)

19, rue Viète, PARIS (17^e)

VOUS PRÉPARERA A L'ÉCOLE MÊME
OU PAR CORRESPONDANCE

T. S. F.

Armée, Marine, Aviation, P.T.T., etc.

MARINE MILITAIRE

Aux Ecoles des Mécaniciens de Lorient et Toulon ; aux Ecoles de Maistrance (sous-officiers) : de Brest (Pont, Aviation, Electriciens et T. S. F.) et de Toulon (Mécaniciens de la Marine et de l'Aviation Maritime) : à l'Ecole Navale, à l'Ecole des Elèves-Officiers, à l'Ecole des Elèves-Ingénieurs Mécaniciens, de Brest.

MARINE MARCHANDE

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

AVIATION MILITAIRE

Aux Bourses de pilotage de l'aviation Populaire ; à l'Ecole des Sous-Officiers Pilotes d'Istres ; à l'Ecole de l'Air ; à l'Ecole des Mécaniciens de Rochefort ; à l'Ecole Militaire de l'Armée de l'Air ; à l'Ecole des Officiers Mécaniciens de l'Aéronautique ; T. S. F.

AVIATION MARITIME

A l'Ecole des Mécaniciens de l'Aviation Maritime à Rochefort ; aux Ecoles de S.-Officiers Pilotes et Mécaniciens.

AVIATION CIVILE

Aux emplois administratifs de Dessinateur, Agent technique, Ingénieur adjoint et Ingénieur de l'aéronautique ; aux Brevets Elémentaire et Supérieur de Navigateur Aérien ; à l'Ecole Sup^{re} de l'Aéronautique ; Opérateurs T.S.F.



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

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)

SOURDS



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

ENTENDRE IMMÉDIATEMENT

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

Songez à l'AVENIR de vos FILLES...

ORIENTEZ-LES vers les CARRIÈRES encore
non encombrées de : **Secrétaires techni-
ques** (aides ingénieurs, mécanique,
électricité, bâtiment, génie civil). —
**Chimistes industrielles, Biologistes,
Bactériologistes.** — **Secrétaires médi-
cales, Aides radiologistes**, qu'elles peu-
vent préparer à

L'ÉCOLE D'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE FÉMININ

Reconnue par l'Etat par Arrêté Min. du 3 janvier 1922

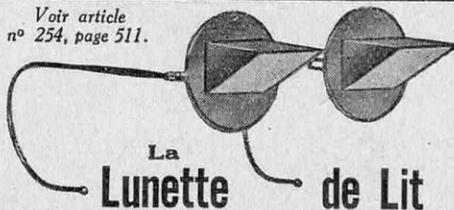
116, avenue d'Orléans, PARIS (14^e)
TÉLÉPHONE : Vaugirard 17-38

Durée normale des études : **DEUX ANS.**
Pour les jeunes filles munies d'un baccalauréat
complet, classe spéciale en une année.

**Toutes les élèves sorties diplômées ont
été placées par l'Ecole. Traitements
de début : 12.000 à 14.000 fr. par an.**
RENTRÉE : 2^e année, 14 Octobre ; 1^{re} année,
3 Novembre. — Examen d'entrée et concours
de bourses, courant Octobre.

Pour tous renseignements s'adresser : **116, ave-
nue d'Orléans, Paris, ou par correspondance.**

Voir article
n° 254, page 511.

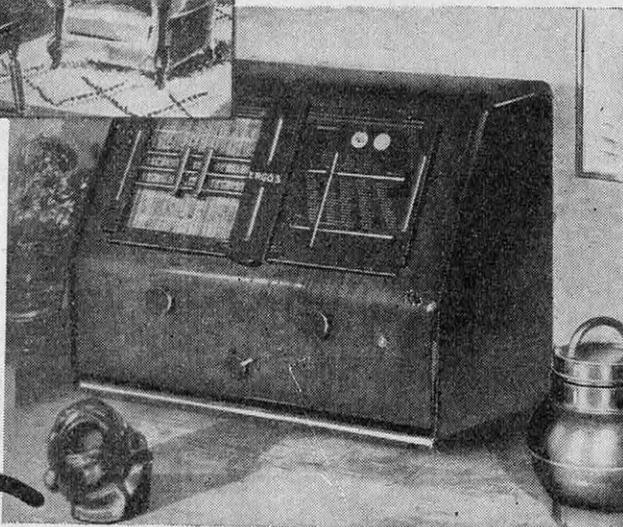


permet, dans la position couchée, de lire sans fatigue

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

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

Pub. R.-L. Dupuy



Evolution, c'est simplifier

En éliminant peu à peu les éléments inutiles on arrive à une simplification proche de la perfection.

EVOLUTION 38 sous sa forme adoucie, dépouillée, évoluée, vous apporte une évolution technique permettant des auditions aussi pures que l'émission, et une sensibilité accrue.

EVOLUTION 38 existe en différents modèles présentés dans une luxueuse brochure en couleurs, vous permettant de juger de l'effet qu'ils produiront dans votre intérieur.

EVOLUTION 38

La nouvelle série pupitre

ERGOS

BON à découper et à renvoyer à ERGOS
pour recevoir la brochure en couleurs
"Evolution c'est simplifier"

Nom

Adresse

vente à crédit

98, Av. St-Lambert, Nice - Agent p' la Seine,
S.-&O., S.-&M., Neveu, 99, Fg St-Martin Paris



montez une batterie
SURPUISSANTE, et...
en route pour l'hiver!

avec le sourire!

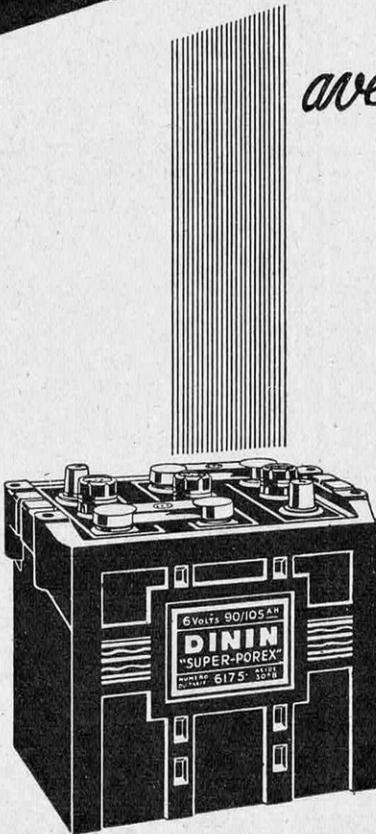


L'hiver met les accus à rude épreuve.

C'est pourquoi vous devez monter sur votre voiture une batterie **surpuissante**, une **DININ-SUPER-POREX**.

Nulle autre, actuellement, ne vous offre autant d'avantages : capacité accrue d'un tiers pour un encombrement déterminé ; nervosité extraordinaire maintenue même par les plus grands froids ; sécurité totale.

Evitez donc les essais décevants et coûteux. Choisissez une **SUPER-POREX** ; vous serez tranquille !



BATTERIE
SUPER-POREX



◆ Demandez la brochure documentaire 530 ◆
ACCUMULATEURS DININ, NANTERRE (Seine)

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

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

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

Nom et prénoms.....

Rue et n^o.....

Ville et Département.....

Date de naissance (1).....

Diplômes le cas échéant (1).....

Lieu et date de nomination (1).....

Traitement désiré (1).....

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

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

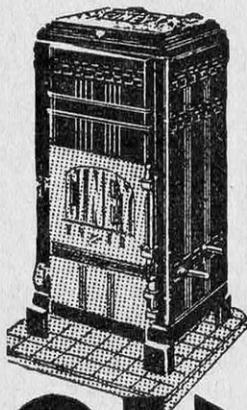


Pourquoi chauffer les nuages...

Nul n'ignore que, dans tout calorifère à feu continu, le charbon distille du gaz, qui s'échappe dans la cheminée et "chauffe les nuages".

LE CALORIFÈRE "CINEY"

d'une conception scientifique nouvelle, récupère et brûle ce gaz, augmentant ainsi son rendement calorifique, et restituant 91 % des calories.



Demandez brochure et renseignements techniques qui vous seront adressés gratuitement par les

Forges de CINEY à GIVET (Ardennes)

Il existe des CINEY de 60 à 1.500 m³

CINEY

Nam

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° 37.65, 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".

ÉCOLE DES MÉCANICIENS DE LA MARINE et de l'AIR

19, rue Viète - PARIS

MÊME ÉCOLE

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

MARINE DE GUERRE:

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

MARINE MARCHANDE:

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

AIR:

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

PROGRAMMES GRATUITS

COURS SUR PLACE
COURS PAR CORRESPONDANCE



*une
nouveauité
sensationnelle!*

Le nouveau radiateur électrique soufflant

Calor

Un ventilateur électrique silencieux projette horizontalement un grand volume d'air doucement échauffé, établissant ainsi une température égale dans toute la pièce. Il évite la surchauffe gênante au voisinage immédiat de l'appareil et dans les couches supérieures de l'appartement et permet une utilisation plus rationnelle de la chaleur et une grande économie de courant. Portatif, 4 couleurs au choix, grillage et bordure chromés, ce radiateur d'installation facile décore la pièce qu'il chauffe.

Prix

Modèle chromé à grande puissance
et à 3 régimes de chauffe, complet
en ordre de marche.....

536 fr.

Soufflant en calorine marbrée,
complet en ordre de marche.....

305 fr.

En vente chez les électriciens et dans les grands magasins.
Demandez la notice gratuite à

CALOR - Place de Monplaisir - LYON

Révélation du secret de l'influence personnelle

Méthode simple pour développer le magnétisme, la concentration, la mémoire et la force de volonté. Un livre de 80 pages décrivant entièrement cette méthode unique ainsi qu'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 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-G), 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.

L'HOMME MODERNE

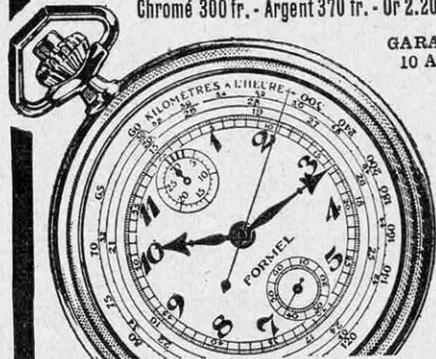
remplace une montre ordinaire par le

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 300 fr. - Argent 370 fr. - Or 2.200 fr.

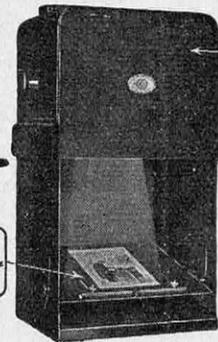
**GARANTI
10 ANS**



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



Boîte à Lumière
contenant le Brûleur
d'Ultra-violet

Support
inclinable
du Document
à contrôler

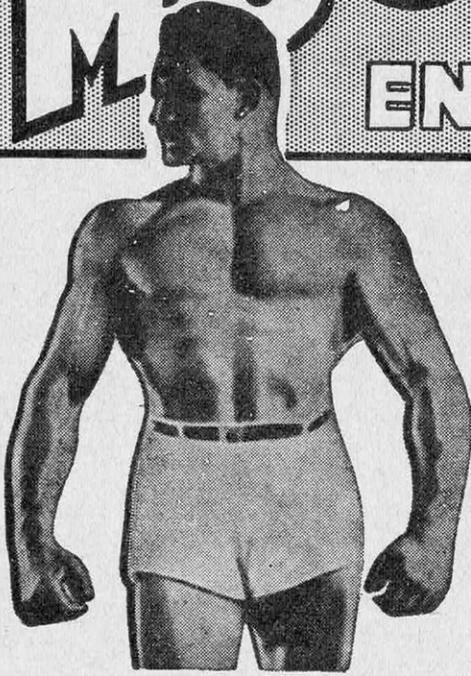
Une nouvelle Lanterne de Contrôle à la Lumière de Wood

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

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

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

DES MUSCLES EN 30 JOURS



NOUS LE GARANTISSONS

C'est avec juste raison qu'on nous appelle les « Constructeurs de muscles ». En trente jours, nous pouvons transformer votre corps d'une manière que vous n'auriez jamais crue possible. Quelques minutes d'exercice chaque matin suffisent pour augmenter de 4 centimètres les muscles de vos bras et de 12 centimètres ceux de votre tour de poitrine. Votre cou se fortifiera, vos épaules s'élargiront. Avant même que vous vous en aperceviez, les gens se retourneront sur votre passage. Vos amis se demanderont ce qui vous est arrivé. Peu importe que vous ayez toujours été faible ou mince ; nous ferons de vous un homme fort, et nous savons que nous pouvons le faire. Nous pouvons non seulement développer vos muscles, mais encore élargir votre poitrine et accroître la capacité de vos poumons. A chaque respiration, vous remplirez entièrement vos poumons d'oxygène, et votre vitalité ne sera pas comparable à ce qu'elle était auparavant.

ET EN CENT CINQUANTE JOURS

Il faut compter cent cinquante jours pour mener à bien et parfaite ce travail ; mais, dès le septième jour, les progrès sont énormes. Au bout de ce temps, nous vous demanderons simplement de vous regarder dans une glace. Vous verrez alors un tout autre homme. Nous ne formons pas un homme à moitié. Vous verrez vos muscles se gonfler sur vos bras, vos jambes, votre poitrine et votre dos. Vous serez fier de vos larges épaules, de votre poitrine arrondie, du superbe développement de la tête aux pieds.

NOUS AGISSONS ÉGALEMENT SUR VOS ORGANES INTÉRIEURS

Nous vous ferons heureux de vivre, vous serez mieux : et vous vous sentirez mieux que jamais vous ne l'avez été auparavant. Nous ne nous contentons pas seulement de donner à vos muscles une apparence qui attire l'attention ; ce serait du travail à moitié fait. Pendant que nous développons extérieurement vos muscles, nous travaillons aussi ceux qui commandent et contrôlent les organes intérieurs. Nous les reconstituons et nous les vivifions, nous les fortifions et nous les exerçons. Nous vous donnerons une joie merveilleuse : celle de vous sentir pleinement en vie. Une vie nouvelle se développera dans chacune des cellules, dans chacun des organes de votre corps, et ce résultat sera très vite atteint. Nous ne donnons pas seulement à vos muscles la fermeté dont la provenance vous émerveille, mais nous vous donnons encore l'ÉNERGIE, la VIGUEUR, la SANTÉ. Rappelez-vous que nous ne nous contentons pas de promettre, nous garantissons ce que nous avançons :

FAITES-VOUS ADRESSER par le DYNAM-INSTITUT le livre GRATUIT : Comment former ses muscles. Retournez-nous le coupon ci-joint dès aujourd'hui. Ce livre vous fera comprendre l'étonnante possibilité du développement musculaire que vous pouvez obtenir. Vous verrez que la faiblesse actuelle de votre corps est sans importance, puisque vous pouvez rapidement développer votre force musculaire avec certitude.

Ce livre est à vous : il suffit de le demander. Il est gratuit, mais nous vous prions de bien vouloir joindre 2 frs en timbres-poste pour l'expédition. Une demande de renseignements ne vous engage à rien. Postez le bon dès maintenant pour ne pas l'oublier.

BON GRATUIT A DÉCOUPER
OU A RECOPIER

DYNAM INSTITUT (Groupe A 98), 25, rue d'Astorg, PARIS (8^e)

Veillez m'adresser, gratuitement et sans engagement de ma part, votre livre intitulé COMMENT FORMER SES MUSCLES, ainsi que tous les détails concernant votre garantie. Ci-inclus, 2 frs en timbres-poste pour les frais d'expédition.

NOM

ADRESSE



RENAULT présente...
la Voiture des Jeunes

La nouvelle
JUVAQUATRE
à roues avant indépendantes

La première voiture à roues avant indépendantes, ne comportant pas plus d'articulations qu'une suspension classique

4 personnes transportées à grande allure, très confortablement, en toute sécurité, pour un prix d'achat et un coût d'entretien minimes.

Moteur 4 cylindres, 1 litre de cylindrée, aux accélérations vigoureuses, énergiques. Construction sérieuse pour une longue durée du véhicule

Châssis-caisson dont les longerons-caissons jouent le rôle de puissants pare-chocs latéraux.

Tenue de route parfaite, par la répartition rationnelle des poids
— Court rayon de braquage — Direction douce et précise — Grande facilité de garage — Réservoir d'essence à l'arrière — Toit métallique — Glaces de sécurité.

Une seule carrosserie
la Conduite Intérieure
4 PLACES
95 kms à l'heure
7 litres aux 100
Assurance 6 cv.

NE FAITES VOTRE CHOIX QU'APRÈS AVOIR ESSAYÉ LA JUVAQUATRE

RENAULT

La voiture qui accélère vos joies et qui freine vos dépenses

UNIQUE EN FRANCE !!!

L'application nouvelle de notre

GARANTIE STANDARD DE 3 ANS

comprenant :

UN SERVICE D'ENTRETIEN
et 3 VÉRIFICATIONS GRATUITES par AN



ECHANGE

INSTANTANÉ

DE TOUS

CHASSIS

OU POSTES

QUELQUE SOIT
LA CAUSE DE L'ARRÊT

SÉCURITÉ - QUALITÉ - RENDEMENT

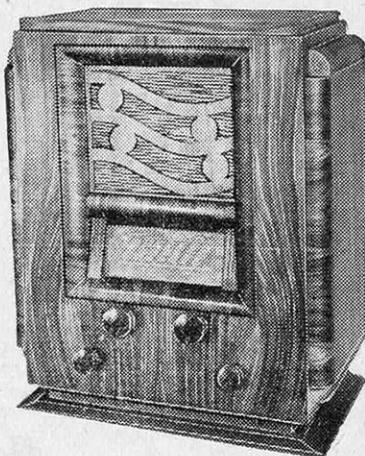


Notre dernière création...

L'ULTRAMÉRIC IX TOUTES ONDES MÉTAL

Récepteur ultra-moderne 9 lampes à grande sensibilité par amplification moyenne fréquence à 3 transos. Haute fidélité et relief sonore par push pull triode

- 9 LAMPES MÉTAL
- TOUTES ONDES 17-2.000 M.
- ACCORD 460 KC.
- SÉLECTIVITÉ 8 KC.
- PUSH PULL TRIODE
- RÉGLAGE visuel par trèfle cathodique
- ANTIFADING 100 %
- CONTRÔLE DE TONALITÉ



- PRISE PICK-UP
- CADRAN VERRE phot gravé, 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. Complet.. .. 995. »

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

RADIO-SÉBASTOPOL

Téléphone : TURBIGO 98-70

100, boulevard de Sébastopol, PARIS

Téléphone : TURBIGO 98-70

EXPÉDITIONS IMMÉDIATES EN PROVINCE

COMPTE CHÈQUES POSTAUX : PARIS 1711-28

EXPÉDITIONS CONTRE REMBOURSEMENT

VERSEMENT UN QUART A LA COMMANDE

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

MAISON DE CONFIANCE



VOS POUMONS ONT SOIF D'AIR PUR

Toutes les 6 secondes un litre de sang vient y chercher l'oxygène nécessaire à sa régénération.

SEUL...

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

OZONAIR ASSAINIT
DÉSODORISE
VITALISE
électriquement l'atmosphère de tous locaux

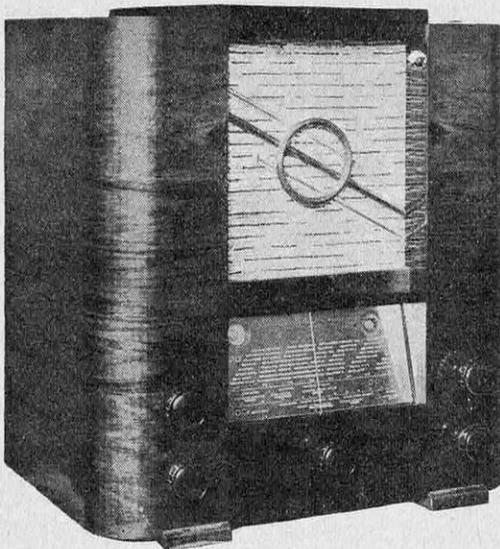
POUR RÉSISTER A LA FATIGUE PHYSIQUE ET INTELLECTUELLE
FAITES UNE CURE DE GRAND AIR A DOMICILE

NOTICE ET RÉFÉRENCES FRANCO — ESSAI GRATUIT

PROCÉDÉS OZONAIR, 63, rue de Lancry, PARIS-X^e — Téléphone —
BOTZARIS 24-10 et 11

Soyez modernes !

Adoptez la **CONTRE-RÉACTION**



Tous les nouveaux modèles de châssis et postes SUPER-EXCELSIOR ont été considérablement perfectionnés, de sorte qu'en les comparant à des récepteurs correspondants de n'importe quelle grande marque d'un prix beaucoup plus élevé, vous serez étonné de leur rendement supérieur.

Le SUPER-EXCELSIOR 388

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

Sera vendu à titre publicitaire aux lecteurs de *La Science et la Vie*, pendant quelque temps seulement, complet en ordre de marche, au prix exceptionnel de... **1.195 fr.**

(VALEUR : 1.895 francs)

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

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

NOTICE DESCRIPTIVE CONTRE TIMBRE DE 1 FR.

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

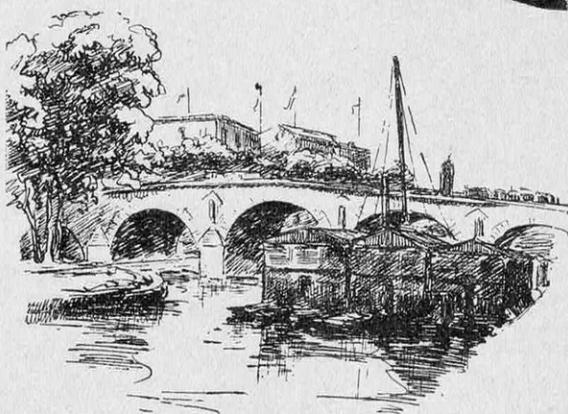
Si vous pouvez écrire Vous pouvez **DESSINER**

Vous vous êtes certainement dit, ne fût-ce qu'une fois dans votre vie : « Ah ! si je savais dessiner ! » Vous avez senti, ce jour-là, toute la joie et le profit que vous auriez pu retirer du dessin. Pourquoi n'avez-vous pas alors cherché à acquérir ce qui vous apparaissait si agréable et si utile ? Parce que vous avez cru que le dessin ne convenait qu'aux personnes extraordinairement douées. C'est là une grave erreur dont vous ne devez pas être la victime.

Sans aucun doute, vous pouvez dessiner. Il vous suffit de suivre la méthode qui, depuis quinze ans, a déjà fait plus de 40.000 enthousiastes. En ne lui consacrant que quelques instants par jour, sans quitter votre foyer, sans nuire à vos occupations habituelles, vous serez réellement stupéfait de la facilité avec laquelle vous exécuterez, dès la première leçon, des croquis expressifs d'après nature. Puis, peu à peu, vous acquerez la parfaite maîtrise du crayon, de la plume, du pinceau.

Beaucoup d'autres, avant vous, qui se lamentaient de ne pouvoir esquisser le moindre croquis, connaissent maintenant les mille et une joies de l'artiste. Faites comme eux. **Il ne vous coûte rien de connaître cette Méthode vraiment unique.** Vous n'avez qu'à remplir et retourner le coupon ci-dessous.

Vous recevrez franco un merveilleux album gratuit dans lequel se trouvent clairement



Ce charmant dessin, si finement et si simplement traité, montre à quel point la méthode A. B. C. est efficace. Dès la première leçon, l'élève est capable de réussir d'excellents croquis ; nous recevons tous les jours des dessins de cette valeur dans les devoirs de nos élèves.

exposés les principes mêmes de notre Méthode. Une partie de cet album constitue une véritable première leçon, et vous y trouverez tous renseignements sur les nombreux et lucratifs débouchés que vous offre le dessin. Ce sera pour vous une véritable révélation.

Demandez dès aujourd'hui cet ouvrage attrayant qui vous apportera tous renseignements sur les débouchés que vous offre le dessin.

**Envoyez le bon ci-dessous
aujourd'hui même.**

ÉCOLE A. B. C. DE DESSIN (Studio 5 A)
12, rue Lincoln (Champs-Élysées), PARIS (8^e)

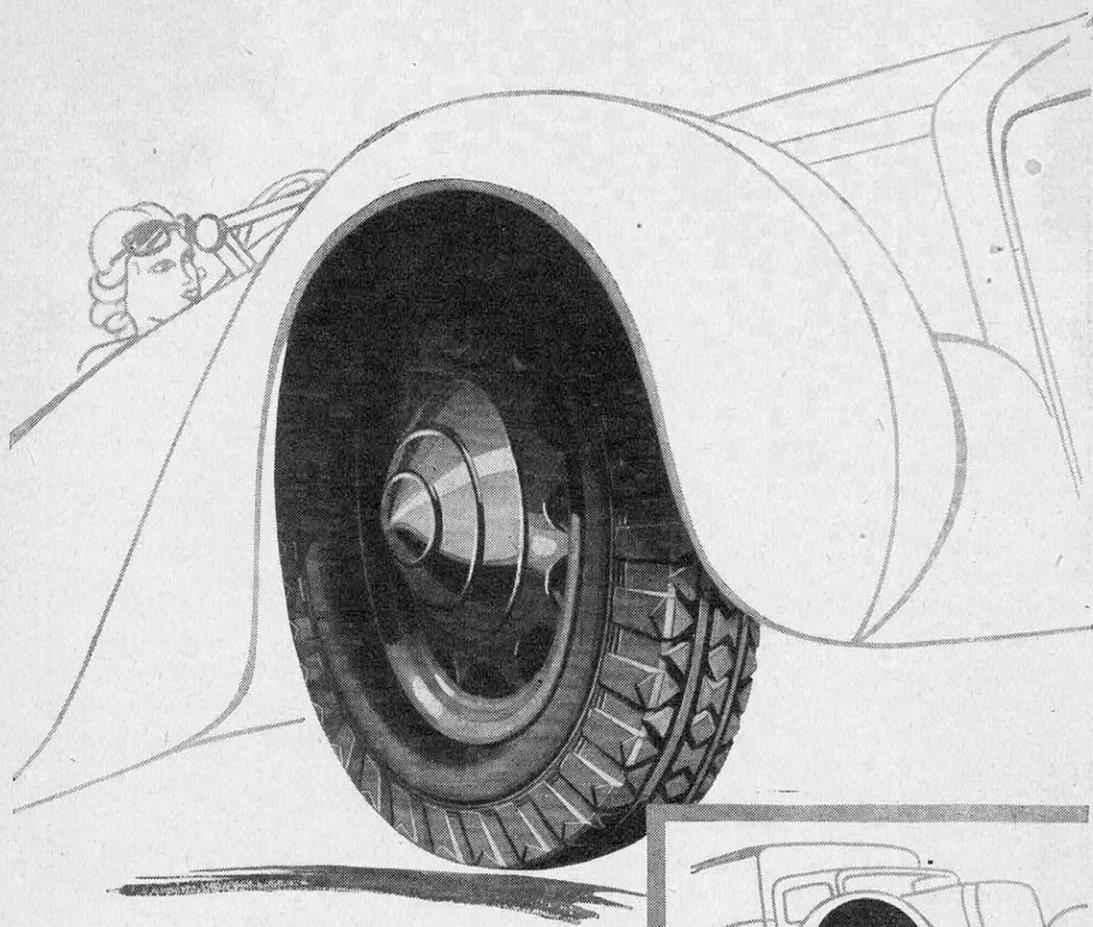
Veillez me faire parvenir franco et gratuitement votre album illustré par vos élèves, contenant tous renseignements sur la Méthode A. B. C.

NOM

AGE

ADRESSE

La qualité d'abord...



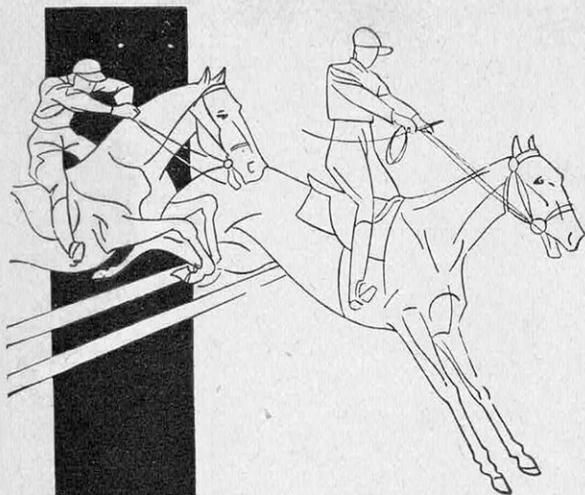
PNEUS TOURISME
"STANDARD" ET "RENFORCÉ"

POIDS LOURDS

TYPE "FRANÇAIS" TYPE "AMÉRICAIN"

TYPE "GRAND TRAFIC"

BERGOUGNAN

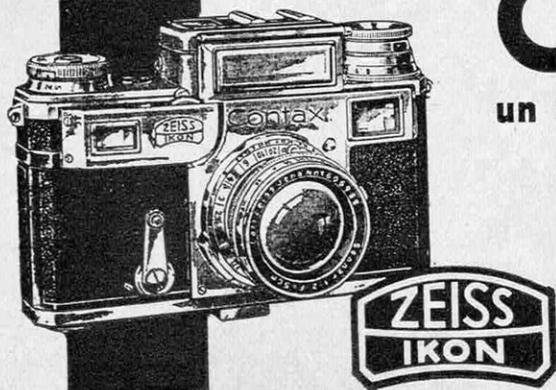


*Les
ultimes
obstacles
sont vaincus*

par le photographe moderne, qui n'a plus à s'occuper de la mise au point, ni du temps de pose. En effet, ces deux réglages sont effectués automatiquement dans le CONTAX III, le merveilleux appareil de petit format, qui possède un télémètre couplé et un posomètre photo-électrique. Les 15 objectifs interchangeables CARL ZEISS, l'obturateur à rideau métallique à 1/1250 de seconde, l'oculaire unique du télémètre viseur, permettent de s'attaquer à tous les sujets, du panorama à la reproduction, du portrait à la photo au théâtre, et font du

CONTAX

un appareil vraiment universel



Catalogue Cx 77 gratis sur
demande adressée à IKONTA
18-20, faubourg du Temple, PARIS-XI^e

VISITEZ JUSQU'EN OCTOBRE L'EXPOSITION
ZEISS IKON "ART ET TECHNIQUE PHOTO-
GRAPHIQUES", 6, RUE ROYALE A PARIS

Pour apprendre **RAPIDEMENT** les langues ! une **SEULE** méthode :

LINGUAPHONE

Tout le cours A L'ESSAI, chez vous, pendant 8 JOURS ENTIERS

LORSQU'IL s'agit d'apprendre les langues étrangères, une seule méthode a fait ses preuves, un seul nom dans le monde entier est sur toutes les lèvres : **LINGUAPHONE**.

Des milliers et des milliers de personnes apprennent les langues, chez elles, seules ou en groupe, avec les meilleurs maîtres, grâce à Linguaphone.

ÉCOUTER — PARLER

La Méthode Linguaphone est la plus simple et la plus attrayante du monde. D'abord vous écoutez. Ensuite vous parlez.

Ayant entendu prononcer les mots avec leur intonation exacte, vous les connaissez, vous les reconnaissez et vous les prononcez à votre tour sans aucun accent.

Anglais - Allemand - Espagnol

Faites-vous à vous-même ce précieux cadeau de savoir une autre langue !

Les cours Linguaphone existent en 23 langues différentes. Aucune autre organisation mondiale n'a été capable de mettre sur pied un tel enseignement.

Emportez le cours complet

Pour que vous puissiez vous faire une opinion à coup sûr, nous vous offrons d'avoir **CHEZ VOUS**, pendant 8 jours, gratuitement et sans au-

cun engagement de votre part, un cours **ENTIER** Linguaphone, dans la langue de votre choix.

Si les résultats ne vous paraissent pas concluants, vous renverrez le cours : l'essai ne vous aura **ABSOLUMENT RIEN COUTÉ**.

Renseignez-vous aujourd'hui même.

Ecrivez-nous.

Retournez-nous, aujourd'hui même, le bon ci-contre. Gratuitement, vous recevrez une documentation complète qui ne vous laissera absolument rien à désirer. Mieux encore, si vous passez par les Champs-Élysées, venez nous voir. Nous vous donnerons une démonstration personnelle gratuite, exprès pour vous.

**INSTITUT LINGUAPHONE (Annexe B 2)
12, rue Lincoln (Champs-Élysées), PARIS**

Veillez m'envoyer gratis et sans engagement de ma part votre grande brochure Linguaphone de 40 pages, illustrée, ainsi que les renseignements pour obtenir un essai gratuit pendant une semaine.

Nom

Adresse

Langue choisie

LE PLUS MODERNE
DES JOURNAUX

Documentation la plus complète et la plus variée

EXCELSIOR

GRAND QUOTIDIEN ILLUSTRÉ



ABONNEMENTS

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

SITUATION

lucrative, indépendante, immédiate

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

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

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

ON PEUT GAGNER EN ÉTUDIANT

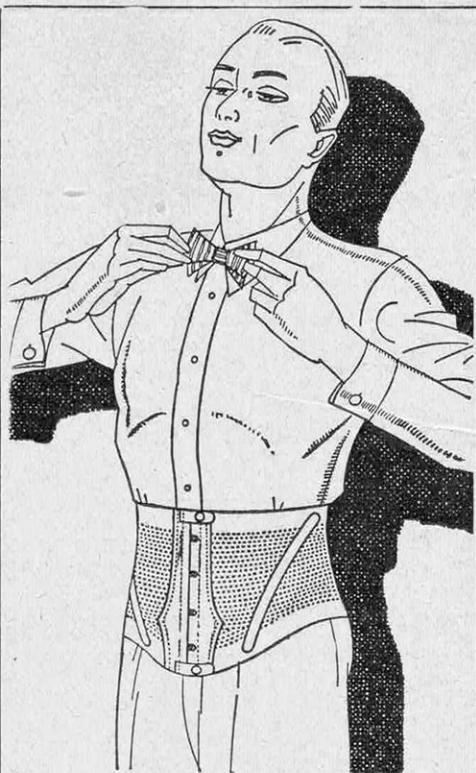
Cours oraux et par correspondance
Quelques mois d'études suffisent

Les élèves sont attendus pour des situations

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

Demandez la brochure gratuite N° 66 à l'Ecole T. S. R. C.

3 bis, rue d'Athènes, PARIS



Pour sa Santé !
Pour sa Ligne !

L'HOMME MODERNE
doit porter la
Nouvelle Ceinture

Anatomie

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

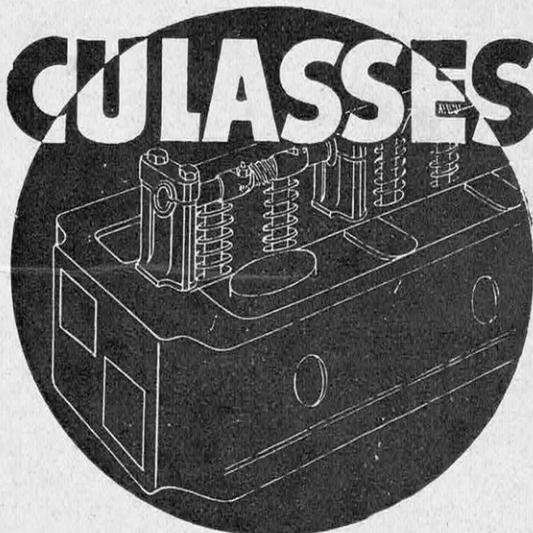
Nos	TISSU ÉLASTIQUE — BUSC CUIR —	Haut. devant	COTE forte	COTE souple
101	Non réglable...	20 c/m	80 f.	100 f.
102	Réglable.....	20 c/m	100 f.	120 f.
103	Non réglable...	24 c/m	110 f.	130 f.
104	Réglable.....	24 c/m	130 f.	150 f.

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

BELLARD - V - THILLIEZ
SPÉCIALISTES

22, Faub. Montmartre - PARIS-9°

Comme les culasses de
moteurs à soupapes latérales
les



DE MOTEURS A
SOUPAPES EN TÊTE
SONT EN
ALUMINIUM

ET DONNENT
PLUS DE CHEVAUX
POUR MOINS D'ARGENT

**RENDEMENT
ÉCONOMIE**

L'ALUMINIUM FRANÇAIS

23 bis, rue de Balzac - PARIS (8°)

BON A DÉCOUPER

Veuillez m'adresser gracieusement et sans engagement de ma part, votre brochure sur la culasse en aluminium

Nom _____

Profession _____

Adresse _____

✓

Plus de **15.000** Jeunes Gens
ont été formés par **L'ÉCOLE CENTRALE DE T. S. F.**
12, rue de la Lune, PARIS (2^e) - Eugène POIROT, Directeur

Plus de **70 %** des Candidats
reçus aux divers concours de l'Etat et des Administrations
sortent de **L'ÉCOLE CENTRALE DE T. S. F.**

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

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

- | | |
|--|--|
| <p>M. le Professeur ABRAHAM.
M. le Professeur D'ARSONVAL, de l'Académie des Sciences.
M. le Professeur JEAN BECQUEREL, du Muséum National d'Histoire Naturelle.
M. le Capitaine de Vaisseau BION, Chef du Service Historique au Ministère de la Marine.
M. le Professeur PRINCE LOUIS-VICTOR DE BROGLIE, de l'Académie des Sciences.
✱ M. le Commandant JEAN CHARCOT, de l'Académie des Sciences.
M. le Professeur GUTTON, Directeur du Laboratoire National de Radio-Électricité.
M. le Professeur ACHILLE MESTRE, à la Faculté de Droit de Paris.
M. le Professeur MESNY.
M. le Sénateur MARCEL PLAISANT, Avocat à la Cour d'Appel de Paris.</p> <p>MINISTÈRE DE LA GUERRE. - Capitaine LIONET, Etat-Major du Service des Transmissions, Commandement Supérieur des Troupes et Services des Transmissions.</p> <p>MINISTÈRE DE LA MARINE NATIONALE. — Lieutenant de Vaisseau LAPORTE, de l'Etat-Major Général de la Marine.</p> <p>MINISTÈRE DE L'AIR. — Capitaine VERCOUTER, de l'Etat-Major Général du Ministère de l'Air.</p> <p>MINISTÈRE DE LA MARINE MARCHANDE. — M. le Professeur Général d'Hydrographie LECOQ.
M. HARDANT, Professeur en chef de 1^{re} classe, suppléant.</p> | <p>M. DORLAND, Ingénieur Général honoraire des Travaux Publics au Ministère des Colonies.
M. GOURVENEC, Directeur honoraire de l'Ecole de T. S. F. au Ministère des P. T. T.
M. REYMOND, Contrôleur Général honoraire de la Sécurité nationale au Ministère de l'Intérieur.
M. AUGER, Officier des Chars d'assaut.
M. BARTHELEMY, Ingénieur de la Compagnie des Compteurs.
M. BELIN, Directeur des Etablissements Belin.
M. BOSSOUTROT, Député, Président de la Commission de l'Aéronautique de la Chambre, Commandant aviateur.
M. DULOIR RENÉ, Président de la Chambre Syndicale des Représentants en Matériel Radio.
M. GAISEMBAND, Délégué de la Chambre Syndicale des Industries radioélectriques.
M. JALOUSTRE GEORGES, Ministre Plénipotentiaire, Docteur en Droit.
M. JALOUSTRE LÉON ancien élève de l'Ecole Normale Supérieure, Agrégé ès Sciences, Ingénieur-Conseil.
M. MASSENET, Directeur général de l'Avia.
M. ROSSI MAURICE, Capitaine aviateur.
M. SADI-LECOINTE, Lieutenant-Colonel aviateur, Président de l'Association des Professionnels Navigants de l'Aéronautique.
M. SAVART, Directeur de T. S. F. Revue.
M. SERF, Président du Syndicat des Industries radio-électriques.
M. WIBAULT, Constructeur d'avions.
Président : M. le Capitaine de Vaisseau BION.</p> |
|--|--|

TOUTES LES PRÉPARATIONS

PROFESSIONNELLES :

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

MILITAIRES :

Génie. — Chefs de Postes et Elèves-Officiers de Réserve.
Aviation. — Brevetés Radio.
Marine. — Brevetés Radio.

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

COURS DU JOUR, DU SOIR ET PAR CORRESPONDANCE

DEMANDER RENSEIGNEMENTS POUR LA SESSION D'OCTOBRE

LA SCIENCE ET LA VIE

MAGAZINE MENSUEL DES SCIENCES ET DE LEURS APPLICATIONS A LA VIE MODERNE

Rédigé et illustré pour être compris de tous

Voir le tarif des abonnements à la fin de la partie rédactionnelle du numéro

Chèques postaux : N° 91-07 - Paris — Téléph. : Provence 15-21

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

Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays
Copyright by La Science et la Vie, Octobre 1937 • R. C. Seine 1161544

Tome LII

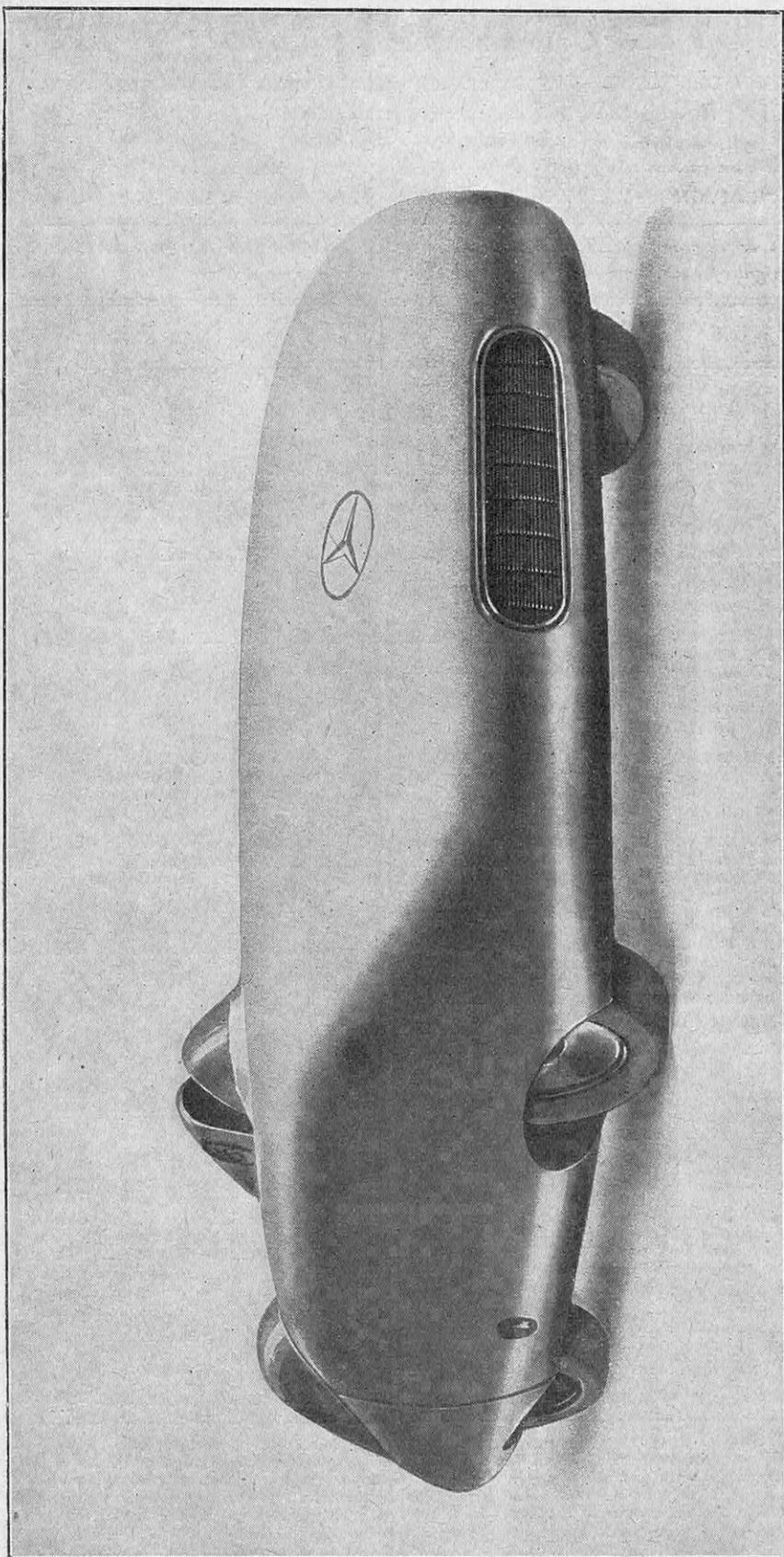
Octobre 1937

Numéro 244

SOMMAIRE

- Le moteur à explosions marquera de nouveaux progrès le jour où les phénomènes de combustion seront mieux connus
C'est l'étude scientifique de la combustion et des phénomènes multiples s'y rattachant qui déterminera, dans le moteur à explosions, de nouvelles améliorations du rendement thermodynamique.
- Que savons-nous aujourd'hui des couches élevées de la stratosphère ?
L'observation des nuages nacres et des aurores polaires a récemment apporté aux géophysiciens de nouveaux éléments en vue de l'étude du rayonnement électrique du Soleil.
- L'U. R. S. S. rivalisera-t-elle avec l'Amérique pour l'industrie pétrolière ?
De 1931 à 1937, la production du naphte est passée en U. R. S. S. de 22 à 32 millions de tonnes. Malgré l'effort entrepris pour moderniser le raffinage, aménager le réseau de pipe-lines, l'essor de l'industrie pétrolière russe est encore loin d'égalier la production américaine (116 millions de tonnes).
- Marconi, véritable créateur des radiocommunications
Marconi, le premier au monde, est parvenu à réaliser la synthèse du générateur de l'Allemand Hertz, de l'antenne du Russe Popoff, du cohéreur du Français Branly.
- La sidérurgie allemande pourra-t-elle se passer du manganèse étranger ?
La consommation mondiale de manganèse, élément indispensable à la sidérurgie moderne, dépasse aujourd'hui 3 millions de tonnes. Un nouveau procédé allemand permettrait maintenant de supprimer les additions au haut fourneau de ce minéral.
- Microbes, toxines, venins aux ultra-pressions
Les ultra-pressions viennent d'enrichir nos connaissances sur la nature des « infiniment petits » biologiques et les problèmes si complexes de l'immunité aux maladies infectieuses.
- La France utilisera-t-elle ses lignites pour fabriquer un carburant national ?
- Synthèse chimique et économie mondiale
Au Palais de la Découverte de l'Exposition 1937, des « démonstrateurs » nous présentent des réactions chimiques d'une portée générale, car, transposées à l'échelle industrielle, elles sont à la base de l'économie moderne.
- Notre poste d'écoute
- Comment s'est formée la croûte terrestre ?
Voici une hypothèse nouvelle qui justifierait les anomalies de la pesanteur, ainsi que la position des pôles magnétiques, et expliquerait les grands plissements terrestres.
- La France doit avoir une politique en matière de voiture utilitaire.
Voici, à l'occasion du Salon de Paris, l'exposé, par l'un des ingénieurs les plus représentatifs de l'industrie française, de certaines tendances de la construction automobile, qui se manifestent tant en France qu'à l'étranger.
- Le blé — matière stratégique — et le marché mondial
- L. Houllevigue 245
Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille
- Pierre Rousseau 254
- André Laville 261
- L. Houllevigue 269
Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.
- J. Seigle 271
Professeur à l'école de la Métallurgie et des Mines de Nancy.
- Jean Labadié 277
- S. et V. 285
- Roger Simonet 288
Agréé des Sciences Physiques.
- S. et V. 295
- Emile Belot 303
Vice-Président de la Société astronomique de France.
- Ch. Brull 309
Ancien Directeur des Laboratoires Citroën, Président de la S.I.A.
- S. et V. 328

Contrôler la matière, c'est faire progresser la sécurité : ainsi la méthode scientifique accomplit son œuvre salvatrice. Les rayons X notamment sont de plus en plus utilisés en vue de déceler les défauts, invisibles à l'œil nu, que présentent parfois les pièces mécaniques. Voici, sur la couverture du présent numéro, le nouveau dispositif d'examen radioscopique de l'un de ces vilebrequins d'automobile que fabrique en série l'industrie américaine. Ce puissant appareil à 230 000 V donne naissance à un rayonnement capable de traverser 10 cm d'acier. (Voir l'article page 324 de ce numéro.)



VOICI LA VOITURE DE COURSE ALLEMANDE « MERCEDES-BENZ » A CARROSSERIE AÉRODYNAMIQUE QUI A ÉTABLI, SUR L'AUTOSTRADA DE FRANCFORT-SUR-LE-MAIN, LES RECORDS DU MONDE DE VITESSE POUR TOUTES LES DISTANCES ENTRE 1 KM ET 10 MILLES

Cette voiture, d'un poids total de 1 000 kg, est équipée d'un moteur de 12 cylindres, 5,6 litres de cylindrée, à deux compresseurs, développant 600 ch à la vitesse de 6 000 tours par minute. Elle utilise un carburant spécial à nombre d'octane élevé dont la composition est gardée secrète. On notera la forme minutieusement étudiée de la carrosserie en métal léger, dont le rôle est loin d'être négligeable au point de vue stabilité de route, la composante verticale due au vent relatif et dirigée vers le bas atterrissant, à la vitesse de 360 km/h (100 m par seconde), près de 500 kg. Voici la liste des records du monde (départ lancé) que cette voiture, actuellement exposée au Pavillon de l'Allemagne de l'Exposition de 1937, s'est attribués sur l'autostrade de Francfort-sur-le-Main : 1 km avec 364,40 km/h; 1 mille avec 366,90 km/h; 5 km avec 340,50 km/h; 5 milles avec 336,84 km/h; 10 km avec 331,89 km/h; 10 milles avec 333,48 km/h.

LE MOTEUR A EXPLOSIONS MARQUERA DE NOUVEAUX PROGRÈS LE JOUR OU LES PHÉNOMÈNES DE COMBUSTION SERONT MIEUX CONNUS

Par Louis HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

L'époque est révolue où des perfectionnements exclusivement techniques pouvaient assurer le développement — aussi rapide que prodigieux — du moteur à explosions appliqué à l'automobile comme à l'aviation. Aujourd'hui, il s'agit de tirer d'un moteur de poids donné : le maximum de puissance, le maximum de régularité, le maximum de souplesse dans son fonctionnement, le maximum d'économie dans la consommation (carburant). La parole est désormais au savant qui, dans son laboratoire, a pour mission d'étudier l'influence des multiples facteurs qui régissent le fonctionnement parfait d'un moteur à explosions. Parmi ceux-ci, les plus importants sont d'abord ceux qui déterminent le régime de combustion du mélange explosif préalablement comprimé, ceux qui limitent, par suite de l'apparition des phénomènes de détonation, le taux de compression du moteur d'où dépend le rendement. La composition chimique, l'état physique du mélange explosif, la forme de la chambre de combustion, l'action de ses parois, la vitesse de rotation, l'évacuation de la chaleur, l'emplacement des bougies d'allumage, tels sont les principaux points qui seront successivement examinés. Parmi ces différentes variables, il importe, par exemple, d'isoler l'action de chacune d'elles en vue d'une étude rationnelle de la détonation. Cet examen exige des méthodes particulièrement délicates et rigoureusement précises, qui remplacent maintenant les anciens procédés empiriques qui ont cependant rendu de réels services du point de vue thermodynamique, puisqu'on leur doit la plupart des progrès enregistrés (depuis quinze ans), notamment dans l'étude de la forme et de la nature des culasses (culasses à turbulence de l'ingénieur anglais Ricardo, emploi des alliages légers, culasses à cannelures de l'ingénieur français Serruys, entre autres exemples). Il en a été de même en ce qui concerne le choix du carburant (carbures d'hydrogène cycliques de la série aromatique, mélanges à base d'alcool, de toluol, de benzol, etc.) Enfin, c'est à eux que l'on doit aussi l'emploi des antidétonants (plomb tétraéthyle, fer pentacarbonyle, éthylgas). La recherche scientifique s'attache encore actuellement à fournir une théorie cohérente pour interpréter l'action si mal connue exercée par ces corps au sein des carburants. Alors, il sera sans doute possible de trouver de nouveaux antidétonants infiniment plus efficaces que ceux utilisés jusqu'ici. Cette étape franchie, le rendement du moteur à explosions — déjà si amélioré — marquera de nouveaux progrès.

COMME il est arrivé pour la machine à vapeur, le moteur à explosions s'est développé d'abord sur le plan technique, jusqu'au jour où le besoin s'est fait sentir de tirer de lui le maximum de puissance, avec le maximum de régularité et d'économie. Un tel problème, vu son extrême complexité, ne peut être résolu que par la méthode cartésienne, en étudiant séparément, par les procédés que la science met à notre disposition, chacun des nombreux facteurs qui entrent en jeu.

Une grande partie, peut-être la plus importante, de ces facteurs comprend ceux

qui interviennent à l'intérieur du cylindre et de la chambre de combustion, après l'inflammation du mélange explosif préalablement comprimé ; de même que le physiologiste établit l'état de santé avant de procéder à l'étude des maladies, on devra étudier la combustion, d'abord en régime normal, puis en régime troublé.

Ces troubles admettent des causes diverses, mais l'usager, qui ne connaît du moteur que ce qui parvient à l'extérieur, vibrations sonores ou dérangements mécaniques, se borne à constater que son moteur cogne, ou cliquette ; il n'est pas inutile de

l'avertir, dès le début de cet article, que ces anomalies fonctionnelles peuvent avoir des origines différentes :

1° Des ratés d'allumage, provenant eux-mêmes soit d'une insuffisance de l'étincelle, soit d'un résidu de gaz brûlés dans la chambre de combustion pendant le cycle précédent, soit d'une carburation défectueuse par excès ou par défaut ;

2° D'un mauvais réglage de l'avance à l'allumage, par suite de quoi la combustion ne se produit pas à l'instant le plus favorable ;

3° De l'auto-allumage, qui consiste en ce que le mélange explosif, échauffé par la compression, s'enflamme spontanément, et parfois à contre-temps. Ce phénomène peut résulter d'une compression exagérée, mais il a souvent pour origine une évacuation défectueuse de la chaleur par les parois du cylindre ; il se produit, dans certaines régions, des *points chauds* qui constituent des centres d'inflammation ; la formation de ces points chauds est grandement facilitée par l'existence de dépôts charbonneux, désignés couramment sous le nom de calamine, où le charbon agit, non seulement par sa température, mais par son pouvoir absorbant et catalytique.

4° Enfin, il arrive, quand la compression dépasse certaines limites, que le régime de la combustion se modifie brusquement ; au lieu de se propager lentement par *déflagration*, la flamme progresse très rapidement et c'est alors le phénomène qu'on désigne sous le nom de *détonation*.

Dans la pratique, on n'étudie les trois premières causes de trouble que pour les supprimer, et les recherches faites dans ce but ont un caractère exclusivement technique qui les place en dehors de cette étude. Au contraire, l'emploi des méthodes scientifiques a permis de connaître un peu mieux les conditions du fonctionnement normal, et d'étudier les phénomènes de détonation. Ces recherches ont été effectuées par deux méthodes qui se complètent sans que leurs

résultats soient toujours concordants. La première, purement scientifique, comporte l'étude au laboratoire de la combustion et de la propagation des flammes ; elle a débuté par les travaux classiques de Mallard et Le Châtelier, de Berthelot et Vieille, en France, de Dixon, en Angleterre, ceux-ci développés en France par le beau travail de Duchêne, qui date de 1928 ; j'ai rendu compte dans cette Revue (1) des principaux résultats obtenus dans cette voie ; l'autre méthode, de caractère plus industriel, opère sur le moteur lui-même, et cherche à déterminer les conditions de son fonctionnement

normal ou anormal ; parmi les innombrables travaux qu'elle a inspirés, il faut citer, en première ligne, ceux du grand ingénieur anglais Ricardo, que développent actuellement Wawrziniok à Dresde, Kuchtner à Munich, MM. Dumanois et Prettre à Paris, les ingénieurs de la *General Motors* à Détroit, et, partout dans le monde civilisé, les comités d'ingénieurs chargés de présider aux progrès de l'aviation ; en novembre 1936, les *Journées techniques de l'Aéro-*

nautique ont donné occasion aux savants et spécialistes de tous les pays de confronter leurs points de vue. Enfin, il faut mettre à part, pour la rigueur scientifique des méthodes et pour l'importance des résultats, le travail tout récent de M. Max Serruys (1937), édité par les soins du ministère de l'Air.

Ces divers travaux nous permettront de faire le point de nos connaissances ; pourtant, ils ne comportent pas de conclusions définitives ; on n'en sera pas étonné, si on songe à la complexité des problèmes qui se posent et s'interpénètrent : composition chimique et état physique du mélange explosif, forme de la chambre de combustion et action des parois, vitesse de rotation, évacuation de la chaleur, etc.

Nous nous limiterons donc ici à l'étude du régime normal de combustion et à celle de la détonation.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 207, page 190.

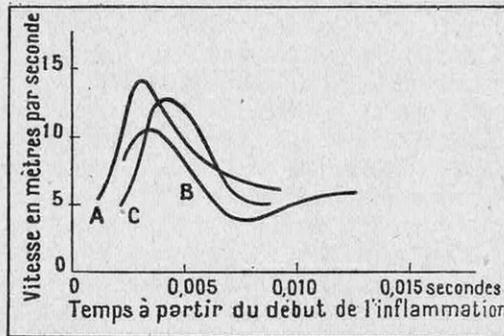


FIG. 1. — COMMENT SE PROPAGE LE « FRONT DE FLAMME » DANS LA COMBUSTION D'UN MÉLANGE GAZEUX EXPLOSIF

Les trois courbes A, B, C se rapportent respectivement à des mélanges à base de benzène $C^6 H^6$, de cyclohexane $C^6 H^{12}$ et de cyclohexène $C^6 H^{10}$. Toutes trois ont la même allure, la vitesse commençant par croître pendant les premiers millièmes de seconde qui suivent l'allumage.

L'explosion en régime normal

Les principaux facteurs qui interviennent sont :

1° La composition physique et chimique du mélange. L'essence est un mélange d'hydrocarbures divers, qui réagissent différemment pendant la combustion ; le mélange, tel qu'il existe dans la chambre de combustion au moment de l'allumage, est un véritable brouillard dans lequel le combustible figure sous les trois états de liquide, vapeur et gaz, qui brûlent séparément et successivement, la

partie gazeuse étant naturellement celle qui s'enflamme la première. Et cette combustion elle-même n'est pas un phénomène simple, comme le représentent les formules chimiques où ne figurent que l'état initial et l'état final ; les expériences de Callendar et celles de M. Prettre, entre autres, ont établi que les hydrocarbures subissent une *précombustion* dont les produits principaux sont, outre l'oxyde de carbone, des aldéhydes formique, acétique, valérique, des acides, des peroxydes ; il est possible, en outre, que l'état d'ionisation

joue un rôle dans cette chaîne de transformations qui s'échelonnent sur un temps qui s'évalue en millièmes, et même en dix millièmes de seconde ;

2° La température initiale du mélange. Celle-ci varie d'un moteur à l'autre, et même d'un point à un autre, car elle dépend à la fois de la compression préalable, de la température des gaz résiduels après l'échappement, de la conductibilité calorifique des parois. Ainsi, on a mesuré :

A l'intérieur d'une culasse en aluminium.....	212°
A l'intérieur d'une culasse en fonte..	345°
Sur le siège des bougies	206°
Sur le siège des soupapes d'admission	130°
Sur le siège des soupapes d'échappement.....	192°

3° Les variations de volume. En effet,

la combustion dans un moteur ne s'effectue pas, comme celles qu'on étudie au laboratoire dans des tubes ou dans des bombes, à volume constant ; le volume commence par décroître, depuis l'allumage jusqu'au passage du piston par le point mort haut, puis la combustion se poursuit dans une capacité de plus en plus grande, et la combustion doit être achevée, en régime normal, bien avant que le piston soit parvenu à l'extrémité de sa course descendante, c'est-à-dire au point mort bas.

La combustion se propage donc, à l'intérieur des moteurs, dans des conditions fort différentes de celles qui étaient réalisées dans les premières expériences de laboratoire, où on suivait la marche de la flamme le long d'un tube rempli du mélange combustible, la pression restant, par suite, constante et ordinairement voisine d'une atmosphère.

Ces expériences avaient donné des vitesses de propagation du front de flamme comprises entre 2 et 3 m par seconde, et même, dans les mesures de Payman, inférieures à 1 m ; or, il est évident (et l'étude des diagrammes l'établit), que la

vitesse de propagation doit être très supérieure à ces nombres, sans quoi la combustion ne serait pas achevée dans le temps qui lui est assigné par la marche du moteur.

Plus voisines des conditions réelles sont celles que Duchêne a réalisées dans ses expériences : le mélange explosif, préalablement soumis à une compression brusque dans le cylindre par le choc d'un mouton, est allumé par une étincelle, et le front de flamme est photographié sur film mobile. La figure 1 donne les résultats obtenus avec divers carbures ; l'allure des courbes est la même pour toutes et montre que la vitesse commence par croître, pendant les premiers millièmes de seconde, de 5 à 10 ou 15 m, et ce n'est que plus tard qu'elle paraît tendre vers une valeur à peu près fixe ; or ce sont ces premiers millièmes de seconde

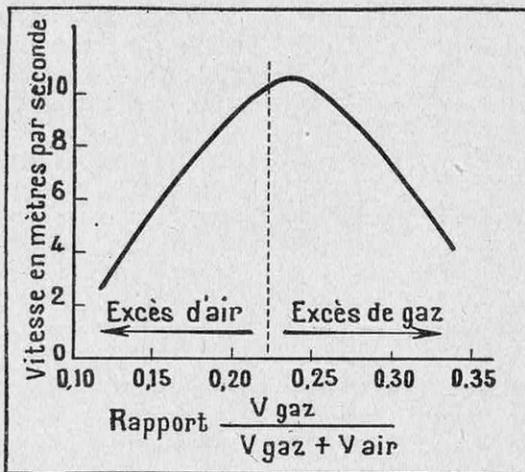


FIG. 2. — LA VITESSE DE COMBUSTION D'UN MÉLANGE EXPLOSIF VARIE D'UNE MANIÈRE CONSIDÉRABLE AVEC SA COMPOSITION

La plus grande vitesse est atteinte pour une composition voisine de celle qui correspond à la combustion complète du mélange. Dans un moteur à explosions ordinaire, la combustion du mélange carburé est donc très souvent incomplète.

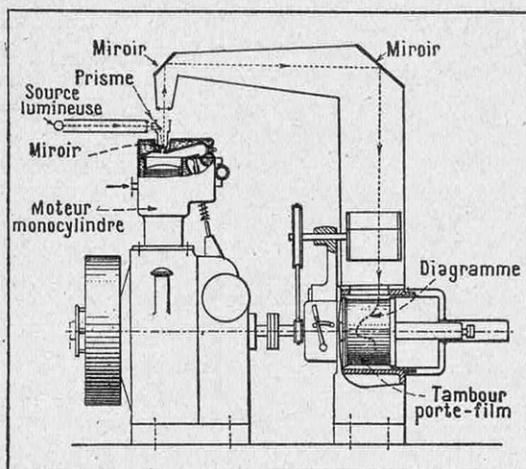


FIG. 3. — SCHÉMA DU MANOGRAPHE OPTIQUE A FAIBLE INERTIE DE M. SERRUYS.

L'appareil est ici installé sur un moteur monocylindre à refroidissement par eau pour l'enregistrement des diagrammes de la combustion.

qui, seuls, intéressent la combustion dans les moteurs.

Ces résultats ont été confirmés par les expériences ultérieures, entre autres par celles de Kuchtner, en 1930. Il faut ajouter que la vitesse varie grandement avec la composition du mélange ; c'est ce que montre la figure 2 : on y voit que la vitesse maximum est atteinte au voisinage de la proportion de carburant et d'air qui correspond à la combustion exacte ; comme ces proportions varient à chaque instant dans la marche d'un moteur d'automobile, on voit que les mélanges trop pauvres ou trop riches en essence risquent de ne pas achever leur combustion dans le temps qui leur est assigné par la marche de la voiture.

L'inscription des pressions constitue un document aussi important que l'analyse de la combustion ; elle se réalise aujourd'hui, non par l'indicateur de Watt, doué d'une trop grande inertie, mais par des appareils plus délicats, comme le manographe Farnborough, où les points successifs du diagramme sont tracés au moment où la soupape, soumise à une contre-pression variable, se décolle sous l'action de la pression intérieure. A cet appareil classique, M. Serruys a adjoint avec avantage un manographe optique à faible inertie (fig. 3) où les défor-

mations d'un diaphragme métallique souple, monté sur la chambre d'explosion, font basculer un miroir dont les légers déplacements sont amplifiés optiquement (1). On obtient ainsi des diagrammes, analogues à celui que représente la figure 4, où la période de combustion correspond au tracé *ahm* et la détente des gaz brûlés à *mb* ; cette figure et les expériences de Wawrziniok mettent une fois de plus en évidence l'effet de l'avance à l'allumage : avec un moteur fonctionnant au benzol, la pression maximum, qui ne dépassait pas 9 kg quand l'allumage se faisait au point mort, atteignait 24 kg 5 avec 35° d'avance à l'allumage ; les résultats sont aussi nets avec l'essence (25 kg 2 au lieu de 10 kg 2) ; cette différence considérable tient surtout à ce que la compression qui se produit entre l'allumage et le point mort ajoute ses effets à ceux de la combustion pour élever la température et favoriser la vaporisation des résidus moins volatils qui subsistent encore dans la chambre de combustion.

Au résumé, et d'après l'analyse de M. Serruys, les facteurs qui influent sur la puissance d'un moteur sont, par ordre d'importance décroissante : la pression

(1) Nous avons eu également l'occasion de décrire (voir *La Science et la Vie*, n° 195, page 211) le manographe photocathodique de M. Labarthe et de montrer son application à l'enregistrement des diagrammes de fonctionnement des moteurs. C'est avec un appareil dérivé de celui-ci qu'ont été relevées les courbes de pression sur la coque de la *Normandie*, pour l'étude des vibrations mises en jeu par le fonctionnement des hélices. (Voir *La Science et la Vie*, n° 242, page 100.)

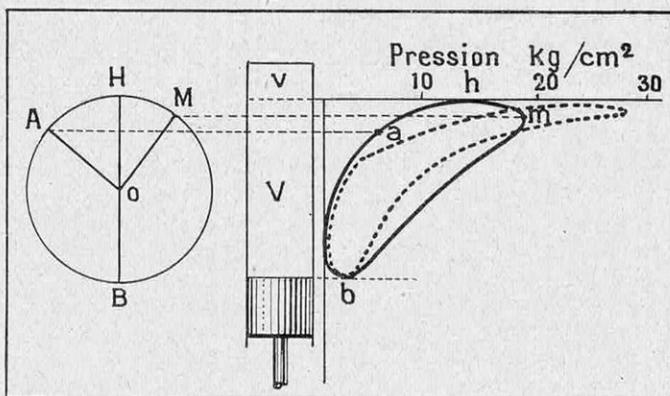


FIG. 4. — COMMENT EST RELEVÉ LE DIAGRAMME DE LA COMBUSTION DANS LE CYLINDRE D'UN MOTEUR A EXPLOSIONS H correspond au point mort haut et B au point mort bas ; v est le volume de la chambre d'explosion et V celui de la cylindrée. L'angle AOH est appelé avance à l'allumage, ce dernier s'effectuant en A. Le diagramme pression-volume tracé en trait plein correspond au régime normal du moteur ; celui en pointillé se rapporte au régime détonant.

d'admission, le taux de compression, l'avance à l'allumage ; puis, à un degré moindre : la richesse du mélange carburé, la forme de la chambre de combustion, la température et le degré d'humidité de l'air aspiré, la température des parois, la conductibilité de ces parois, l'emplacement de la bougie d'allumage, etc.

Compression et détonation

Bien que le fonctionnement normal du moteur à explosion comporte toutes les complications que j'ai dites, et d'autres encore, on peut, en assimilant le mélange gazeux à un gaz parfait, établir une théorie simple, depuis longtemps classique, d'où on tire une expression du rendement (1) de cette machine thermique. Bien que cette théorie repose sur des hypothèses, elle se trouve, à l'usage, beaucoup plus rapprochée de la réalité qu'on n'aurait osé l'espérer, et, par suite, on peut profiter des idées qu'elle nous suggère pour améliorer le fonctionne-

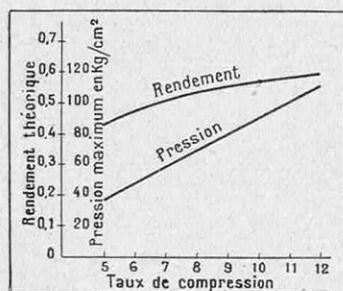


FIG. 5. — COMMENT VARIE LE RENDEMENT D'UN MOTEUR A EXPLOSIONS AVEC LE TAUX DE COMPRESSION

On voit que le rendement théorique, comme la pression maximum dans le cylindre, croît avec le taux de compression, d'où l'intérêt que présentent les carburants à nombre d'octane élevé qui permettent précisément d'élever le taux de compression sans craindre la détonation.

à accroître cette compression préalable, et c'est, en effet, d'après ces vues théoriques que l'effort des techniciens a été orienté. Le résultat en a été favorable ; partis de compressions voisines de 3, ils ont élevé progres-

(1) Je me permets de l'écrire ici, à l'usage de ceux qui n'éprouvent pas une horreur insurmontable pour les mathématiques : le rendement R s'exprime en fonction de la compression de rapport du volume V de la cylindrée au volume v de la chambre de combustion, par la formule $R = 1 - \frac{1}{(\frac{V}{v})^{0,4}}$

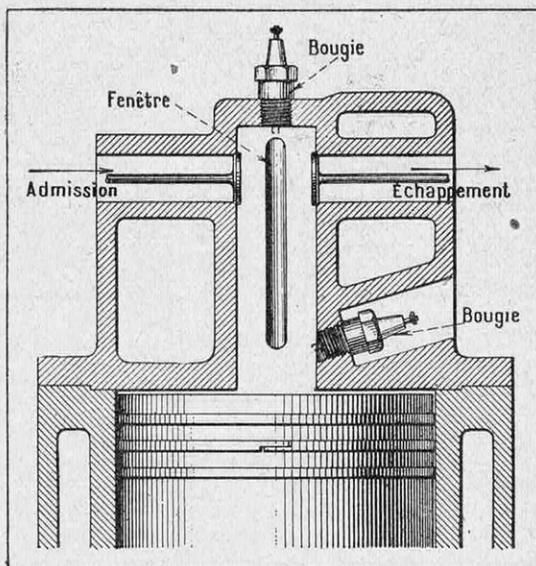


FIG. 6. — SCHÉMA DE LA CHAMBRE DE COMBUSTION DU MOTEUR A FENÊTRE UTILISÉ POUR L'ÉTUDE DE LA DÉTONATION

Ce moteur, utilisé par M. Boerlage au laboratoire de Delft (Pays-Bas), présente l'avantage de posséder une chambre cylindrique bien balayée ; il offre de plus la possibilité de changer la place de l'étincelle électrique ou de produire deux étincelles à des moments voulus à chacune des extrémités de la chambre de combustion, dans le but de faire varier les fronts de flamme et d'étudier de près les phénomènes lumineux qui accompagnent la détonation. Le taux de compression de ce moteur monocylindre à quatre temps est de 8.

sivement ce taux jusqu'à 4, 5 et 6 ; mais, en cherchant à pousser plus loin, ils n'ont pas tardé à rencontrer des anomalies de fonctionnement, caractérisées par un bruit sourd, nommé cognement, par une baisse considérable du rendement et par des ennuis mécaniques qui mettent promptement le moteur hors

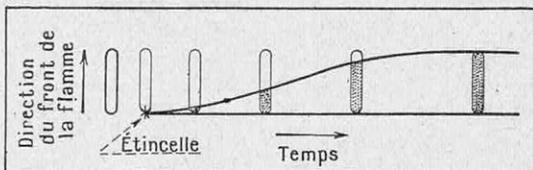


FIG. 7. — SCHÉMA MONTRANT COMMENT S'EFFECTUE L'ENREGISTREMENT DES PHÉNOMÈNES DE COMBUSTION ET DE DÉTONATION AU MOYEN DU MOTEUR A FENÊTRE (FIG. 6)

Ces phénomènes peuvent s'observer à l'œil nu à l'aide du miroir tournant. Un appareil photographique donne une succession d'images de la fenêtre où apparaissent les positions successives du front de flamme, ce qui permet de tracer la courbe de la progression de ce front en fonction du temps.

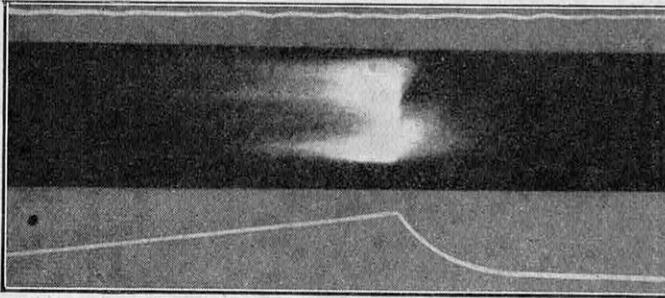


FIG. 8. — COMBUSTION DÉTONANTE ET DIAGRAMME DE LA PRESSION ENREGISTRÉS SIMULTANÉMENT AUX COURS D'ESSAIS EFFECTUÉS AVEC LE MOTEUR A FENÊTRE

service. Bien que ces anomalies puissent relever de causes variées (et spécialement de l'auto-allumage par points chauds), on les attribue généralement à un changement de régime de la combustion, qui passe de la *déflagration* lente à la brutale *détonation*.

Les physiciens connaissaient depuis longtemps ce phénomène ; en suivant la marche du front de flamme dans un tube, Mallard et Le Châtelier, entre autres, avaient observé des accélérations soudaines de vitesse ; les mesures de Dixon sur la vapeur de pentane C^5H^{12} , mélangée à l'air, donnent quelques mètres par seconde pour le régime de déflagration, et pour la détonation, des vitesses comprises entre 1 500 et 2 500 m par seconde ; les autres carbures d'hydrogène donnent des résultats du même ordre de grandeur.

Ils nous prouvent que le mode de propagation de la flamme est tout différent dans les deux cas ; lorsqu'il y a déflagration, la chaleur de la tranche qui brûle se communique, par conductibilité et rayonnement, à la tranche suivante, qui atteint ainsi sa température d'inflammation ; cette communication progressive dépend d'un grand nombre de facteurs, et entre autres, de la chaleur dégagée par la combustion, de la chaleur spécifique et de la conductibilité du mélange ; elle suppose que la combustion se produit à pression sensiblement uniforme, ce qui exclut la formation de l'onde explosive.

Au contraire, lorsqu'une onde comprimée a pris naissance dans

le mélange, elle s'y propage comme une onde sonore, mais suivant des lois qui ont été établies mathématiquement par Hugoniot et par Jouguet ; si la compression est suffisante, elle amène les régions traversées par l'onde à la température de combustion, c'est-à-dire que la flamme suit l'onde et progresse avec la même vitesse : par exemple, dans le mélange explosif d'hydrogène et d'oxygène, les calculs de Jouguet donnent à l'onde une vitesse de 2 864 m/s, tandis que la vitesse de la flamme, mesurée par Dixon, a été trouvée de 2 821 m/s (1).

Ces recherches, tant expérimentales que théoriques, ont encore enseigné un fait dont l'importance est grande dans la pratique : c'est que le passage de la déflagration à la détonation s'accomplit *rarement pour une onde plane, jamais pour une onde*

(1) Il est à noter que le double mode de propagation, par déflagration et détonation, se retrouve dans les explosifs solides comme la dynamite : enflammés, ils brûlent lentement, tandis que le choc brutal d'une amorce de fulminate détermine l'explosion, avec toutes les conséquences qu'on connaît.

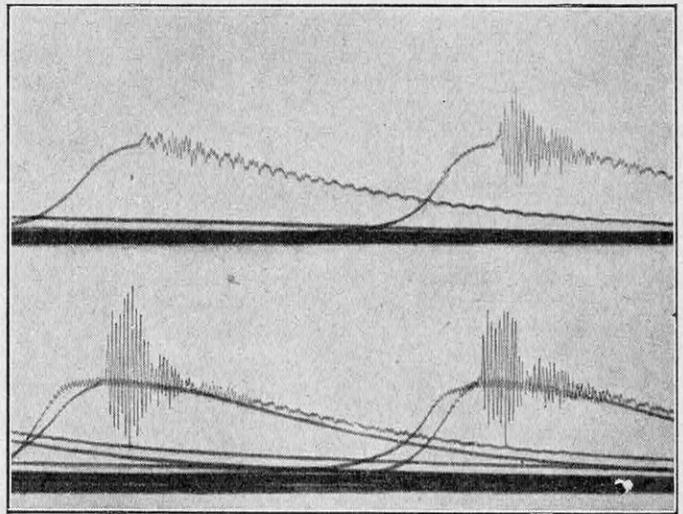


FIG. 9. — PORTIONS DE DIAGRAMMES OBTENUS AVEC LE MANOGRAPHE OPTIQUE DE M. SERRUYS

En haut, les deux diagrammes enregistrés sont décalés et correspondent à deux explosions successives, l'une faiblement, l'autre nettement détonante (à droite). En bas, on a superposé deux séries de diagrammes, les uns non détonants, les autres nettement détonants. On remarque les oscillations rapides dues aux vibrations propres de l'appareil enregistreur. La pression (en ordonnée) passe de 27 kg/cm² pour les diagrammes du haut et 28,5 kg/cm² pour ceux du bas à des valeurs de l'ordre de 40 kg/cm² en régime détonant.

divergente, c'est-à-dire pour une combustion qui se propage en s'élargissant, à partir d'un foyer, dans un milieu homogène ; on conçoit en effet que ces conditions s'opposent à l'établissement des surpressions locales qui donnent naissance à l'onde détonante ; ces surpressions pourront naître, au contraire, lorsque la flamme, en se propageant, traverse des étranglements qui amènent une concentration d'énergie potentielle ; l'importance de ces variations locales de pression a été mise en évidence par Ricardo, qui en a tiré des conséquences dont je parlerai tout à l'heure.

Le choc dans les moteurs

Si ces phénomènes ont pu être étudiés soigneusement au laboratoire, cette étude présente, dans les moteurs, des difficultés considérables, qui tiennent, comme toujours, à l'impossibilité d'isoler l'action de chaque variable. Les travaux auxquels elle a donné lieu forment pourtant une liste impressionnante, mais dont les conclusions sont souvent imprécises et même contradictoires. Ces contradictions proviennent parfois, non de la différence des conditions expérimentales, mais de la divergence des points de vue théoriques ; certains adoptent l'explication purement physique de la détonation dont j'ai indiqué le principe, tandis que d'autres considèrent la détonation comme un phénomène chimique, dû à la formation momentanée de peroxydes ; M. Serruys serre de plus près le problème par sa théorie de l'inflammation nucléaire, qui fait comprendre pourquoi de brusques augmentations de pression ont tendance à se produire dans un milieu où la température est voisine du point d'auto-inflammation. Nous ne saurions que noter ici

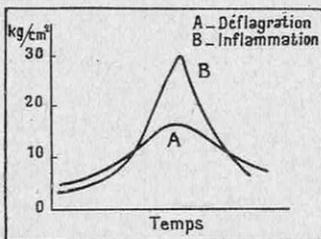


FIG. 10. — GRAPHIQUES TYPES DE LA COMBUSTION NORMALE ET DE LA DÉTONATION
La courbe A correspond à la déflagration normale ; la courbe B montre une augmentation brusque de la pression due au phénomène de détonation.

brièvement les méthodes employées et les principaux résultats qui s'endégagent.

Pour les recherches à caractère scientifique sur le choc dans les moteurs, une première méthode, et qui paraît séduisante, consiste à photo-

graphier la flamme à travers une fenêtre de quartz fixée dans la chambre d'explosion ; cette méthode a été employée, récemment encore, par M. Boerlage, au laboratoire de la *Royal Dutch Shell* à Delft, au mémoire duquel nous empruntons les figures 6, 7 et 8. Ses conclusions, qui confirment celles obtenues en 1930-1931 par Withrow et Boyd, en Angleterre et, en France, par M. Serruys, éta-

blissent que le choc est produit par une combustion presque instantanée, localisée dans la partie de la chambre de combustion qui est la plus éloignée du point d'allumage ; autrement dit, le phénomène qui a pris naissance dans les quelques millièmes de seconde qui suivent le passage de l'étincelle se décompose en deux temps : il y a d'abord, autour de la bougie, propagation de la flamme avec une vitesse de 20 à 30 m par seconde ; puis brusquement, l'onde détonante prend naissance et traverse le reste de l'espace libre sous le piston, en provoque l'inflammation et substitue une *combustion en volume* à la *combustion en surface* ; naturellement, cette réaction de masse se traduit par un accroissement de pression qui est nettement mis en évidence par la pointe du graphique (fig. 10) résultant des expériences effectuées par Withrow et Boyd sur un mélange de 75 % d'essence avec 25 % de benzène.

Mais l'examen, et même l'enregistrement photographique de la flamme ne sauraient fournir des résultats aussi sûrs que ceux qu'on obtient en enregistrant le diagramme de pression avec un appareil dénué d'inertie, comme est, entre autres, le manographe optique de M. Serruys ; on obtient alors,

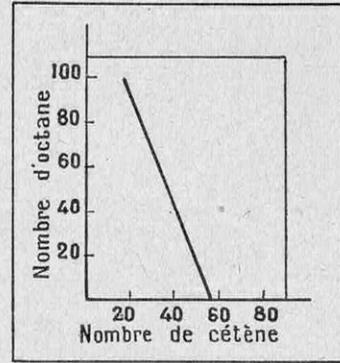


FIG. 11. — GRAPHIQUE METTANT EN ÉVIDENCE LA RELATION ÉTROITE ENTRE LES NOMBRES D'OCTANE ET DE CÉTÈNE

Le nombre de cétène (qui s'applique généralement à un combustible pour moteur à combustion interne) exprime la tendance à l'auto-allumage ; au contraire, le nombre d'octane (pour un carburant) exprime la résistance à l'auto-allumage. Entre les deux existe une relation rectiligne qui fait que le nombre d'octane se trouve être plus ou moins l'inverse du nombre de cétène.

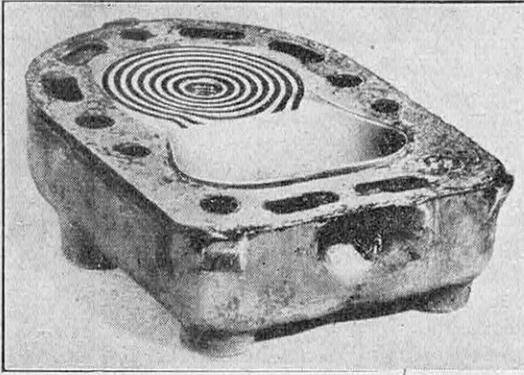


FIG. 12. — CULASSE STRIÉE EN ALPAX IMAGINÉE PAR M. SERRUYS POUR RETARDER L'APPARITION DE LA DÉTONATION

Les cannelures, de 2,5 mm de largeur et 2 mm de profondeur, pratiquées dans la partie de la culasse la plus rapprochée du piston ont pour effet de refroidir énergiquement, avant sa combustion, la partie de la charge gazeuse qui brûle la dernière.

sinon de véritables diagrammes, au moins des graphiques donnant les pressions en fonction de l'angle de manivelle, ce qui revient pratiquement au même ; ces graphiques (fig. 9) font apparaître, sous forme d'accroissement de pression qu'accompagne une oscillation rapide de l'appareil enregistreur, la période de détonation.

Ces méthodes, longues et délicates, ne sauraient convenir aux techniciens, qui ont dû, pour leurs essais, établir des procédés empiriques, mais plus expéditifs. En fait, ces procédés sont employés universellement pour mesurer et définir le pouvoir détonant des divers combustibles, qui fixe leurs possibilités de compression. Ricardo, puis Boyd et Campbell ont donc utilisé, et on emploie après eux, un petit moteur à compression et avance d'allumage variables, nommé moteur *C. F. R.*, qu'on alimente successivement avec le carburant essayé et avec des carburants types qui permettent de graduer ses indications ; ces derniers s'obtiennent en mélangeant, en proportions variables, l'heptane normal C^7H^{16} , qui détone très facilement, avec l'isooctane, ou triméthylpentane $C^8H^{18} = C^5H^9 (CH^3)^3$, qui est au contraire beaucoup moins sensible. Ainsi, un carburant à 80 % d'octane est équivalent, au point de vue de la détonation, à un liquide contenant quatre cinquièmes de ce dernier carbure et un cinquième d'heptane ; le choc est d'ailleurs apprécié, dans le moteur de référence, soit au son, soit à l'aide d'une aiguille sauteuse (*bouncing pin*) reposant sur

un diaphragme dont l'autre face communique avec la chambre d'explosion du moteur.

Il faut noter pourtant que d'autres procédés, tout aussi empiriques, ont été suggérés et employés ; c'est ainsi que, pour l'étude des moteurs Diesel (qui manifestent également des effets de choc), on substitue parfois à l'octane un autre carbure moins volatil, le cétène ; le graphique de la figure 11 montre la correspondance entre les nombres d'octane et de cétène. Une autre technique, appliquée par Campbell et Boyd aux carbures éthyléniques et saturés, définit la résistance du carburant au choc par son *équivalent d'aniline*, c'est-à-dire par le nombre de molécules-centigrammes d'aniline qu'il faut ajouter à une essence type (de nombre d'octane 55) pour en augmenter la résistance au choc de la même grandeur que par addition à cette essence d'une molécule-gramme du carburant étudié. Nous sommes évidemment en plein empirisme ; de plus, il est chimérique d'espérer représenter par un seul nombre, qu'il soit d'octane, de cétène ou d'aniline, l'ensemble des propriétés, toutes importantes au point de vue pratique, d'un carburant donné. Pourtant, il faut bien admettre que cet empirisme est à la base des grands progrès réalisés depuis quinze ans. Ces progrès portent sur deux points principaux : la forme et la nature de la culasse — le choix du carburant et l'emploi des antidétonants.

Les études de Ricardo et des techniciens de son école ont conduit à modifier profondément la forme des culasses ; ces progrès ont été guidés par les idées théoriques relatives à la détonation : il faut éviter, autant que possible dans la chambre de combustion, les passages étroits où le laminage du gaz provoque un accroissement brutal de pression, amorce de l'onde détonante ; il faut, cependant, assurer la vaporisation des gouttelettes d'es-

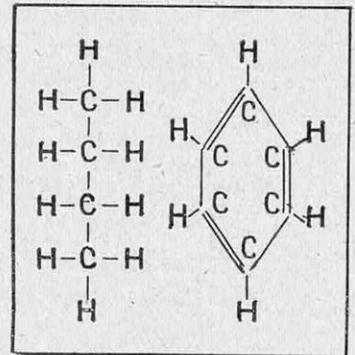


FIG. 13. — UN CARBURE A CHAÎNE OUVERTE ET UN CARBURE A CHAÎNE FERMÉE

Les premiers, en règle générale, résistent beaucoup moins bien à la détonation.

sence et le mélange homogène de la vapeur avec l'air ; c'est à ce double but que répond la « culasse à turbulence », dont le modèle primitif, établi par Ricardo, a été perfectionné par Jane-way, Dumanois, etc. Il faut, enfin, éliminer aussi rapidement que possible la chaleur de combustion qui favorise la détonation ; à ce point de vue, on peut dire que l'évacuation des « calories brûlées » est aussi nécessaire que celle des gaz brûlés ; c'est à quoi correspond l'emploi de bons conducteurs, comme l'aluminium et ses alliages, en remplacement de la fonte utilisée primitivement pour les culasses ; des résultats plus avantageux encore ont été obtenus par M. Serruys, avec la culasse à cannelures, en alpac, que représente notre figure 12.

La deuxième série de progrès se rapporte au combustible ; le problème qui se pose est de choisir le carburant le plus avantageux pour un moteur donné, fonctionnant dans des conditions déterminées ; ces conditions sont variables à l'infini ; elles ne sont pas les mêmes pour un moteur industriel fixe, pour un moteur d'automobile, pour un moteur d'avion fonctionnant en basse ou haute atmosphère ; il s'agit, dans chaque cas, d'établir la limite de compression admissible, qui conditionne le rendement maximum, et de caractériser l'essence par une propriété qui permette de vérifier qu'elle est bien conforme au type spécifié ; ce qui n'empêche pas que des spécifications encore plus détaillées soient exigées dans certains cas, et spécialement pour l'essence d'aviation.

Ces essais comparatifs ont permis de dégager un certain nombre de faits importants ; le plus général, c'est que les carbures cycliques, ou à chaîne fermée (fig. 13), résistent mieux à la détonation que les carbures à chaîne ouverte ; ainsi, à volatilité égale, on pourra pousser la compression plus loin avec les essences de Bornéo qu'avec celles de Pensylvanie. On peut, en outre, par des mélanges judicieux, améliorer le nombre d'octane d'un carburant de base. C'est ainsi que, d'après les expériences de Calendar, en ajoutant à l'essence ordinaire :

50 % d'alcool, on élève la compression de 4,9 à 7,3.

50 % de toluol, on élève la compression de 4,9 à 7,25.

50 % de benzol, on élève la compression de 4,9 à 6.

On peut même constituer des mélanges ternaires ; un des plus connus est celui de

l'essence avec le benzol et l'alcool, utilisé par del Prete et Ferrarin dans leur raid Rome-Amérique du Sud.

Mais il existe un autre procédé pour accroître la résistance au choc : c'est d'ajouter à l'essence, en petite quantité, certains produits organométalliques qui possèdent un remarquable pouvoir antidétonant ; le premier de ces corps, découvert par Midgley, chimiste de la *General Motors Co*, est le plomb tétraéthyle $Pb(C^2H^5)^4$; le second, préparé par la grande société allemande *Interessen Gemeinschaft Farben Industrie*, est le fer pentacarbonyl $Fe(CO)^5$. Ainsi, le moteur « Napier » qui gagna la Coupe Schneider de 1929, était alimenté avec un combustible comprenant 75 % d'essence de Bornéo et 25 % de benzol, avec 2 gr 9 par litre de plomb tétraéthyle, qui permettait de pousser le taux de compression jusqu'à 7. Actuellement, on emploie de préférence, aux Etats-Unis, l'*éthylgas*, mélange de trois cinquièmes de plomb tétraéthyle avec deux cinquièmes de bromure d'éthyle, qui encrasse moins les parois du cylindre.

Ces progrès techniques soulèvent un intéressant problème scientifique, qui est d'expliquer le mode d'action de ces antidétonants ; naturellement, chaque théoricien explique les choses à sa manière ; ceux qui se rallient aux doctrines chimiques de Calendar prétendent que les radicaux métalliques, déposant des métaux à l'état colloïdal, font obstacle à la formation des peroxydes, qui serait le facteur déterminant de la détonation. Malinovsky pense que les additions métalliques exercent une action, d'ailleurs mal définie, sur l'ionisation ; enfin les partisans des explications physiques admettent que la présence, dans le mélange combustible, de molécules lourdes et à capacité calorifique élevée, a pour effet d'abaisser la température du front de flamme, et par suite la pression correspondante, au-dessous de la valeur critique qui engendre l'onde détonante (1). On ne saurait, actuellement, choisir entre ces explications ; peut-être chacune d'elles contient-elle une part de vérité. Mais il est certain que le jour où on sera en possession d'une théorie bien établie, elle pourra servir de guide pour découvrir des antidétonants plus efficaces, et contribuer ainsi au progrès technique.

L. HOULLEVIGUE.

(1) D'après les expériences de Townend et Mandelkar, l'addition de plomb tétraéthyle élève la température et la pression pour lesquelles l'inflammation peut se produire.

QUE SAVONS-NOUS AUJOURD'HUI DES COUCHES ÉLEVÉES DE LA STRATOSPHERE?

Par Pierre ROUSSEAU

L'exploration directe de l'atmosphère, tant par avions ou par ballons stratosphériques que par ballons-sondes, nous renseigne d'une manière assez précise sur la constitution (composition chimique, pression, température, degré d'ionisation, etc.) de l'enveloppe gazeuse de la terre, du moins quant à ses 20 premiers kilomètres d'épaisseur seulement. Ce que nous savons aujourd'hui des couches supérieures de la stratosphère, laquelle s'étend peut-être à plus de 1 000 km d'altitude au-dessus du sol, nous est fourni par l'observation des nuages nacrés (30 km d'altitude), des nuages nocturnes (80 km d'altitude) apparentés aux météores, et surtout des aurores polaires dont les draperies lumineuses s'étagent parfois jusqu'à 600 et même 1 000 km d'altitude. D'autre part, l'absence de radiations de courte longueur d'onde dans le spectre solaire révèle la présence d'ozone, et les méthodes radioélectriques mettent en évidence ces fluctuations des couches ionisées. Nombre de ces phénomènes — et bien d'autres, tels que les variations du magnétisme terrestre ou même la lumière du ciel nocturne — apparaissent étroitement apparentés entre eux. Aussi les géophysiciens les considèrent-ils aujourd'hui comme autant de manifestations diverses du rayonnement électrique du soleil. La vérification directe des nombreuses hypothèses émises à ce sujet est demeurée — jusqu'ici — impossible; seule, la fusée stratosphérique ou la fusée astronautique pourra peut-être — un jour — les confirmer (ou les infirmer!) si on peut effectuer des mesures précises ne laissant plus place désormais à des interprétations divergentes.

DEPUIS que l'avion a permis la conquête de la troisième dimension, l'atmosphère est devenue un domaine très fréquenté, dont chimistes, physiciens et météorologistes se sont évertués, avec des fortunes diverses, à dresser des descriptions

plus que des courants horizontaux. Toutefois, l'homme de science ne se satisfait pas aussi aisément. Il se souvient qu'à 6 000 m l'aéronaute a encore la moitié de la masse atmosphérique au-dessus de lui, et les aurores polaires lui révèlent qu'à plusieurs

Gaz	Azote	Oxygène	Argon	Gaz carbonique	Hydrog.	Néon	Hélium	Xénon	Krypton
Pourcentage en poids..	75,5	23,2	1,3	0,046 à 0,4	?	0,00086	0,000056	0,005	0,028
Poids moléculaire. . . .	28,0	32,0	40	44	2	20,2	4	130,2	82,9

TABLEAU I. — POURCENTAGE, EN POIDS, DES GAZ QUI COMPOSENT L'AIR AU RAS DU SOL

précises. Puis, comme le plus-lourd-que-l'air s'est montré impuissant, jusqu'ici, à escaler les couches moyennes de la stratosphère (1), il a fallu recourir au ballon, dont Piccard et ses continuateurs ont fait l'usage que l'on connaît (2). Ainsi a-t-on pu recueillir des renseignements sur les 20 kilomètres inférieurs de notre enveloppe aérienne, dont les 10 premiers constituent, rappelons-le, la troposphère, brassée par des courants verticaux et horizontaux et séparée, par la tropopause, de la stratosphère, où ne règnent

centaines de kilomètres d'altitude, elle dispose encore de sentinelles avancées.

Étudier l'atmosphère vers 80, 100, 200 km, voilà donc le but ambitieux que l'on a pu atteindre ces dernières années.

Comment s'étagent les gaz de l'atmosphère

L'air qui est au ras du sol, à portée de la main, a une composition bien connue depuis Lavoisier, lord Rayleigh et Ramsay. C'est simplement un mélange dont les constituants, d'après Chapman et Milne, sont donnés par le tableau I. Il faudrait ajouter la vapeur d'eau, en quantité très variable.

(1) Le record d'altitude est actuellement détenu par l'Anglais Adam (16 440 m), sur avion Bristol, moteur Bristol à refroidissement par air.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 170, page 80.

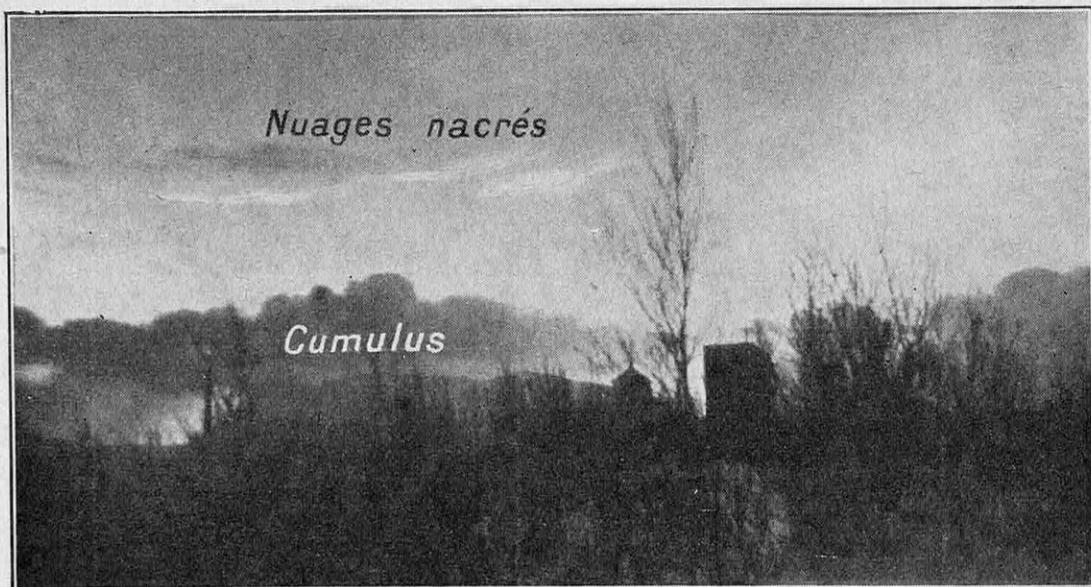


FIG. I. — PHOTOGRAPHIE DE NUAGES NACRÉS OBSERVÉS EN SUÈDE SEPTENTRIONALE
 Ces nuages, de teintes rouges et vertes, observés à Abisko (Suède) par M. Chalonge, se distinguaient nettement des cumulus visibles à l'horizon. Ils étaient situés à l'altitude de 26 km environ.

Ce tableau soulève deux questions qui se ramènent l'une à l'autre : y a-t-il ou n'y a-t-il pas de l'hydrogène ? Quelle est la distribution en hauteur de ces différents corps ? Pour y répondre, il importe de se rappeler d'abord que, selon la théorie cinétique des gaz, les molécules gazeuses se déplacent en tous sens, avec des vitesses

Température absolue	200° K	300° K	400° K	500° K
Hydrogène	1,58	1,93	2,23	2,5
Hélium	1,12	1,37	1,58	1,76
Oxygène	0,39	0,48	0,56	0,62
Gaz carbonique ..	0,34	0,41	0,48	0,53

TABLEAU II. — VOICI EN KM/S LES VITESSES MOLÉCULAIRES MOYENNES DE DIVERS GAZ A DIVERSES TEMPÉRATURES « ABSOLUES »

d'autant plus grandes que la température du gaz est plus élevée : c'est même l'agitation moléculaire qui est à la base de la notion de température (1). Le tableau II donne une idée de ces vitesses moléculaires moyennes pour divers gaz, à des températures comptées à partir du zéro absolu, — 273° C (2).

Ce sont là, bien entendu, des moyennes, et il peut fort bien se faire que, dans une

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 112, page 279.
 (2) Ou en degrés K, du nom de lord Kelvin.

masse d'hydrogène à 500° absolus, certaines molécules dépassent 5, 8, 11 km/s. Ce dernier cas est même très regrettable, car la vitesse de 11 km/s n'est autre que la *vitesse critique*, à partir de laquelle un corps échappe à

Hauteur	Hélium	Azote	Oxygène	Argon
(km)				
20	75,5	23,2	1,3
40	82,9	16,7	0,4
60	0,0	88,3	11,6	0,1
80	0,1	92,0	7,9	0,0
100	1,7	93,0	5,3	...
120	18,4	78,7	2,9	...
140	73,4	26,0	0,6	...
150	0,5	9,3	0,2	...
200	100,0	0,0	0,0	...

TABLEAU III. — VOICI COMMENT VARIE LA COMPOSITION EN POIDS DE L'ATMOSPHERE TERRESTRE. AVEC L'ALTITUDE

l'attraction terrestre et s'enfuit dans l'espace interplanétaire. Jeans a calculé pour quelques astres les vitesses moyennes que doivent posséder leurs gaz atmosphériques pour se dissiper complètement en un million d'années : alors que pour le Soleil cette vitesse moyenné est de 160 km/s, elle n'est que 2,6 pour la Terre et tombe à 0,54 pour la Lune. Si l'on remarque que, justement, l'hydrogène atteint ces 2,6 km/s vers 500° K, il n'est rien de plus facile à expliquer que

son absence en admettant que la haute atmosphère est portée précisément à cette température.

Il faut s'attendre à ce que les gaz à poids moléculaire élevé demeurent dans les bas-fonds atmosphériques en abandonnant les hauteurs aux gaz légers. C'est ce qui ressort de la table édifiée par Chapman et Milne, indiquant les pourcentages en masse et dévoilant la structure de notre enveloppe aérienne (tableau III).

A vrai dire, les auteurs ont supposé les gaz en équilibre de diffusion à partir de 20 km. Les prises d'air effectuées par Paneth et Gluckauf jusqu'à 21 km ont prouvé qu'il n'en est rien, et Maris s'est aperçu en 1929 que la diffusion ne commence guère avant 110 km en hiver et 150 en

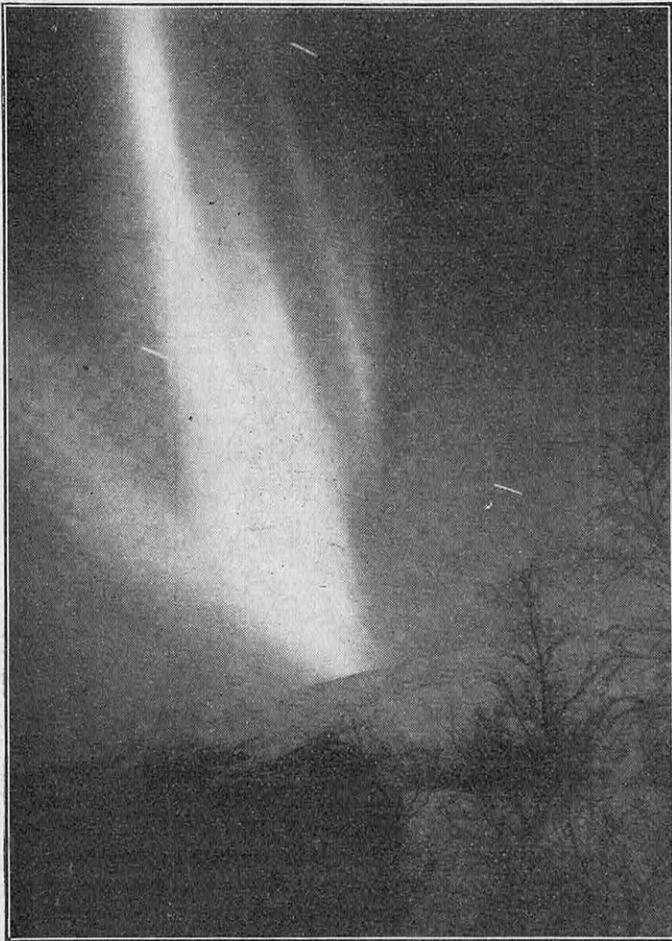


FIG. 2. — PARTIE OUEST D'UNE AURORE POLAIRE PHOTOGRAPHIÉE PAR M. CHALONGE A ABISKO (SUÈDE)

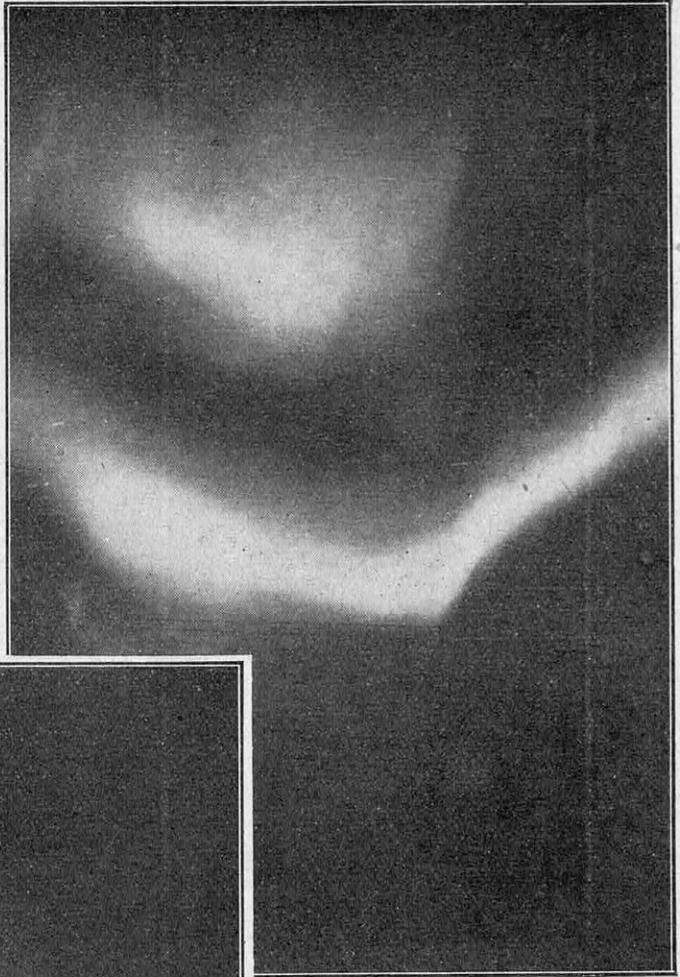


FIG. 3. — LA MÊME AURORE POLAIRE PHOTOGRAPHIÉE DANS SA PARTIE SUD SE PRÉSENTE SOUS UN ASPECT NETTEMENT DIFFÉRENT

été, chiffres qui ont, du reste, été confirmés, trois ans plus tard, par Epstein. Le brassage par des vents violents a lieu, en effet, jusqu'à ces altitudes vertigineuses, comme en témoignent les déformations des traînées météoriques. Le travail de Chapman et Milne peut néanmoins être considéré comme une première approximation, qui nous apprend, entre autres choses intéressantes, que l'hélium apparaît en quantité appréciable vers 80 km alors que l'azote se met à diminuer, et qu'à 200 km l'atmosphère est vraisemblablement de l'hélium pur.

Richesse de la haute atmosphère

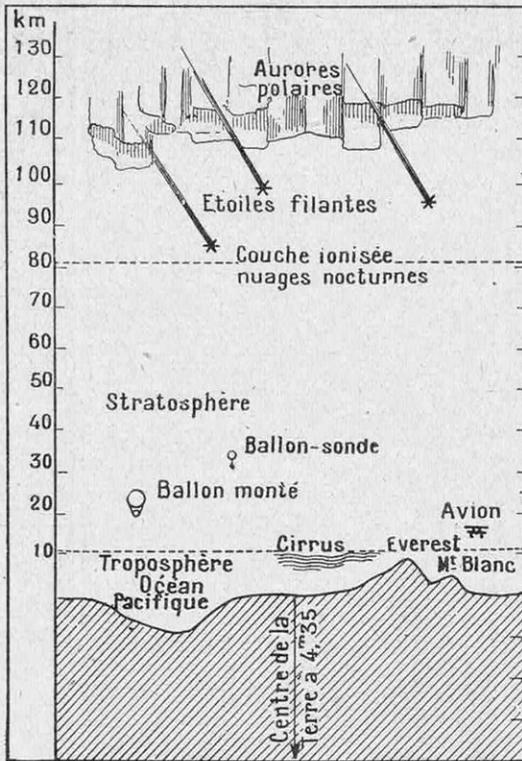


FIG. 4. — COUPE THÉORIQUE DE L'ATMOSPHERE JUSQU'À L'ALTITUDE DE 130 KM OU S'OBSERVENT LE PLUS GÉNÉRALEMENT LES AURORES POLAIRES

en hélium, existence de deux couches de discontinuité vers 80 et vers 200 km, voilà, en somme, les résultats déduits de l'étude de l'air au ras du sol.

Que nous révèle l'observation de la haute atmosphère ?

Notre savoir, heureusement, ne se borne pas là, et les deux méthodes classiques de l'observation et de l'expérimentation vont nous ouvrir de bien autres horizons.

L'observation ? objectera-t-on ; peut-on, plus forts que Stevens et Anderson (1), se hisser à de telles altitudes ? Eh oui ! Et Mohn, puis Störmer, ont bien souvent, tout en restant sur terre, observé des nuages stratosphériques situés entre 22 et 30 km, alors que les cirrus plafonnent péniblement à 12 km. Nous ne nous arrêterons pas longtemps à ces choses de la basse stratosphère, appelées *nuages nacrés* en raison de leurs jeux de couleurs, nuages qu'emportent parfois des vents de 250 km à l'heure et qui sont probablement des produits de condensation de la vapeur d'eau.

(1) Aéronautes américains qui détiennent avec 22 000 m le record d'altitude en ballon.

Elevons-nous d'un coup à 80 km. C'est là que, quelquefois, avant que s'éteignent les dernières lueurs du crépuscule, apparaissent les *nuages nocturnes*, dont la teinte, dorée ou orangée près de l'horizon, blanchit lorsqu'ils se rapprochent du zénith. Störmer détermina, en 1932, leur hauteur moyenne — 82 km — et leur vitesse — 40 à 80 m/s ; Vestine montra qu'ils passent par un maximum en juillet. Comme juillet est une époque abondante en étoiles filantes, on a attribué ces phénomènes à des poussières météoriques illuminées par le soleil couchant, tandis que la Terre est déjà plongée dans l'ombre.

Mais, puisque nous parlons des météores, et puisque nous avons la chance de recevoir avec prodigalité ces messagers cosmiques, ne manquons pas de les interroger sur leur bref passage dans la haute atmosphère. On sait maintenant que les étoiles filantes sont de petits corps, de masse voisine du centigramme, qui proviennent, dans la proportion de 70 %, des espaces interstellaires, et abordent notre planète avec des vitesses — par rapport au Soleil — de 80, 100, 300 km à la seconde. Chose remarquable, leur hauteur moyenne de disparition est de 80 km, hauteur de la première couche-frontière, sur laquelle on peut donc conclure, sans trop de risque, à un changement de la densité atmosphérique. Les variations de cette hauteur ont été étudiées par Egedal, qui leur a découvert une relation avec les marées de l'atmosphère causées par la Lune : comme la hauteur de disparition dépend de la densité de l'air, elle doit être plus considérable à marée haute. Ainsi les météores fournissent-ils le moyen d'évaluer, du sol, ces marées aériennes si difficiles à calculer.

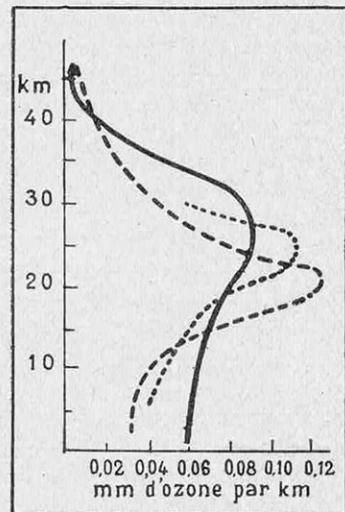


FIG. 5. — GRAPHIQUE MONTRANT LA DISTRIBUTION DE L'OZONE SUIVANT L'ALTITUDE. Les courbes en trait plein et en tirets sont dues à Götz, Meetham et Dolson ; celle en pointillé, à Regener.

Quant à la

luminosité même des étoiles filantes, elle ne jette qu'une faible clarté sur le problème que nous poursuivons. Tout au plus suppose-t-on, avec Opik, qu'elle est due à l'illumination d'une vapeur entourant le météore, par collision de molécules, à laquelle s'ajouterait, selon M. Muraour, la lumière développée par la haute température de l'onde de choc (1). Attendons que les astronomes aient élucidé cette question.

D'ailleurs, les météores ne sont pas les seuls phénomènes optiques qui nous soient accessibles, et il y a beau temps qu'observateurs et théoriciens s'adonnent à l'étude des aurores polaires. Là, nous faisons encore un saut de plus car, si la draperie magique des aurores descend jusqu'à 80 km — encore la hauteur de la couche frontière ! — si elle s'élève jusqu'à 400, 600 et même 1 000 km pour une aurore observée le 8 septembre 1926 par Störmer, le maximum de fréquence se tient aux environs de 110 km. La cause de ce merveilleux phénomène a soulevé bien des véhémentes discussions. Störmer et Birkeland imaginent des particules chargées électriquement, émises par le Soleil et qui, sous l'influence du champ magnétique terrestre, décrivent certaines orbites autour des lignes de force du champ ; Hulburt et Maris penchent pour un transport d'énergie, non corpusculaire, mais par radiations solaires ultra-violettes, tandis qu'à M. Dauvillier « l'aurore polaire apparaît comme un magnétographe géant à rayons cathodiques, dont les draperies descendent sur l'écran

du ciel les perturbations des lignes de force magnétiques ». Quoi qu'il en soit, si l'aurore est effectivement due à une intrusion d'électrons dans les hautes couches de l'atmosphère, le fait qu'elle est plus élevée dans les régions éclairées par le Soleil que dans les parties obscures indique une plus grande

densité des couches élevées pendant le jour que pendant la nuit. Angenheister n'hésite pas à attribuer ces changements de densité à des changements de température, cette dernière étant alors de 300 à 1 000° absolus pendant le jour, entre 100 et 200 km. Vegard est moins ambitieux : 225°K lui suffisent, tirés de son étude des spectres.

Au fait, que nous enseignent donc les spectres d'aurores ? Ils renferment surtout les raies de l'azote, ce qui ne nous étonne pas si nous nous reportons au tableau III. Mais ils présentent, de plus, une belle raie verte, la raie 5577 Å, qu'on sait aujourd'hui caractériser l'oxygène atomique. Il est à noter que cette raie apparaît encore dans le spectre de la lumière du ciel nocturne. M. Dauvillier (1) a même cru l'identifier avec la raie verte de certains météores, mais il semble plutôt qu'elle provienne, dans ce cas, du magnésium, comme l'a montré Millman. Remarquons enfin que l'aurore ne révèle ni hydrogène, ce qui ne saurait nous surprendre puisque ce gaz a dû s'enfuir dès les premiers âges de la Terre, ni hélium, ce qui est moins compréhensible. L'expliquerons-nous hardiment par le fait que, suivant Krogness, notre obscure planète traîne derrière elle, repoussée par la lumière solaire, une queue d'atmosphère qui l'apparente à une comète, et que l'hélium s'est logé tout entier dans cette queue ? Ou bien, encore, par le fait que l'état des hautes couches peut n'être pas favorable à l'émission de radiations par l'hélium ?

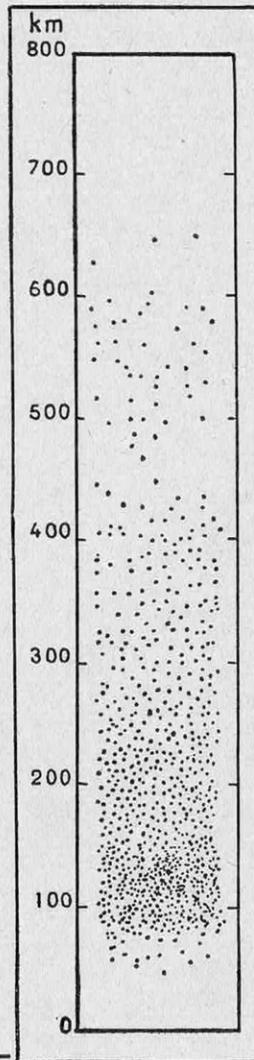


FIG. 6. — VOICI, D'APRÈS LES OBSERVATIONS DE STÖRMER, LES ALTITUDES OU ONT ÉTÉ OBSERVÉES LES AURORES POLAIRES, EN NORVÈGE MÉRIDIONALE, ENTRE 1911 ET 1922 C'est entre 100 et 200 km d'altitude que les aurores se rencontrent le plus fréquemment.

Pouvons-nous expérimenter dans la très haute atmosphère ?

Le spectroscopiste peut se consoler de cet insuccès : il compte assez de victoires par ailleurs. Voici d'abord celle de l'ozone. Elle date de 1881, époque où Hartley s'aperçut,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 225, page 215.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 179, page 383.

dans l'ultraviolet solaire, de l'absence des radiations de courte longueur. Il en rejeta la responsabilité sur une couche d'ozone qui devait, pensait-il, les absorber. Les expériences de Fabry et Buisson, en 1912, résolurent définitivement le problème et donnèrent l'épaisseur probable de la couche d'ozone. Les travaux de Götz, de Meetham, de Regener et surtout de Dobson permirent, ces dernières années, de préciser que cette épaisseur — qui, dans les conditions normales de température et de pression, est, selon Fabry et Buisson, de l'ordre de 2,5 mm — augmentant de l'équateur au pôle, passant de 2 mm à 3,8 mm, subit un maximum au printemps, un minimum en automne et se trouve en majeure partie entre 25 et 30 km. Ce n'est pas là, assurément, la très haute atmosphère, et l'on pourrait être tenté de hausser les épaules devant ce chiffre de 2,5 mm. Cependant, cette mince pellicule suffit à protéger la vie contre le rayonnement nocif de l'ultraviolet, et son absorption puissante de cette radiation doit déterminer dans l'atmosphère une forte élévation de température. Peu sensible dans la basse stratosphère, où la température se maintient au voisinage de — 50° C, le réchauffement devient plus considérable entre 35 et 50 km.

C'est ce qu'a vérifié la curieuse *séismologie atmosphérique* mise au monde par la Grande Guerre. L'étude du bruit des explosions a montré que leur domaine d'audibilité est constitué par des zones annulaires séparées par des zones de silence et, de plus, que le son se propage plus vite dans les hautes régions de l'atmosphère que dans les régions moyennes. C'est pourquoi on a pensé que le *rayon sonore*, dirigé d'abord vers le ciel, s'incurve peu à peu et retourne vers la Terre. Whipple a même calculé, en 1935, que la hauteur de cette trajectoire sonore est voisine de 40 km.

Comme la vitesse du son — laquelle, dans les conditions normales, est, rap-

pelons-le, de 331,3 m/s — est fonction de la température, du rapport des chaleurs spécifiques et des poids moléculaires, on peut supposer, à l'altitude de 40 km, pour expliquer ce phénomène, soit une augmentation des deux premiers facteurs, soit une diminution du dernier. Une diminution du poids moléculaire ? Il faudrait alors croire à un commencement de prépondérance des gaz légers — hydrogène et hélium — vers 40 km, ce que l'observation, nous le savons, dément formellement. Une augmentation du rapport des chaleurs spécifiques ? Cette possibilité s'accorderait avec la théorie de Chapman, selon qui l'oxygène atomique augmente à partir du niveau où l'ozone est maximum. Cependant, on préfère généralement recourir à une élévation de température, ce qui concorde bien avec les autres déductions théoriques. Le tableau IV montre comment Whipple conçoit — exprimée en degrés absolus — cette échelle des températures.

Ce réchauffement serait donc fourni par le voile ténu des 2,5 mm d'ozone. Reste évidemment à se demander d'où vient ce dernier. D'après Chapman, il naîtrait grâce à l'ultraviolet solaire qui tantôt le créerait, tantôt le dissocierait, suivant la réaction :

Oxygène moléculaire + Oxygène atomique = Ozone.

Comme les chances de collision de deux corps décroissent avec leur densité, la concentration en ozone diminuerait rapidement quand grandirait la hauteur, et l'oxygène atomique, en revanche, augmenterait. C'est ce qui paraît se passer en effet, et c'est ce qui justifie en partie les affirmations de A.-K. Das, beaucoup plus audacieuses que celles d'Angenheister, et suivant lesquelles, entre 100 et 200 km, l'oxygène atomique produit des températures de 1 400 à 2 900° absolus le jour et de 650 à 1 400° la nuit. Il est bien certain que ce sont là des chiffres hypothétiques, vu que rien n'est moins connu que la quantité

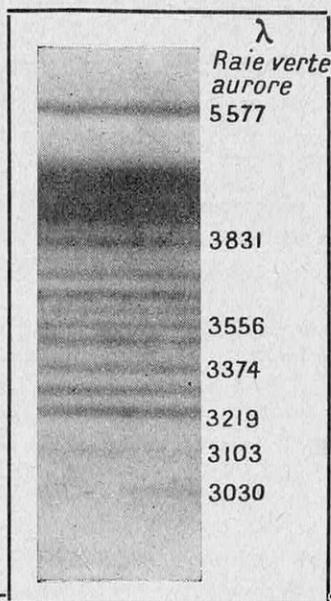


FIG. 7. — SPECTRE DU CIEL NOCTURNE OBTENU A VILLENES (SEINE-ET-OISE), EN FÉVRIER 1936, PAR M. ARNULF

Cette photographie, obtenue avec un spectrographe extrêmement lumineux (ouverture f/1), fait ressortir nettement la raie verte que l'on rencontre dans les spectres d'aurores. Les longueurs d'ondes λ sont en angstroms (l'angstroem vaut 1 dix-millionième de mm).

d'oxygène atomique et sa puissance d'absorption à ces altitudes.

N'abandonnons pas le chapitre de la spectroscopie sans nous arrêter sur le problème du ciel nocturne. Tout noctambule errant dans la campagne par une nuit sans lune a pu se convaincre qu'il tombe du ciel une vague lueur, juste suffisante pour permettre de se diriger. Or, l'« obscure clarté qui tombe des étoiles » en donne seulement les 3/10. Les 7/10 restants proviennent donc de l'atmosphère. Les recherches de MM. Cabannes

et Dufay ont montré qu'une partie en est due à la lumière zodiacale et, après Slipher et lord Rayleigh, ont mis en évidence,

dans son spectre, la fameuse raie verte 5577 Å. Il se peut même, qu'en plus des raies de l'azote, on y voie un fond continu. Mesurant le rapport des intensités à l'horizon et au zénith, nos compatriotes estiment à 200 ou 300 km la hauteur de la couche lumineuse évaluée par Chapman à 100 ou 160 km.

C'est aussi la hauteur des couches ionisées, dont l'une, la couche E, s'étend à 80 km — toujours notre couche-frontière ! — et l'autre, la couche F, vers 250 km. M. L. Houllevig en a décrit ici même la nature et le rôle (1) et nous ne nous y appesantirons pas, sinon pour ajouter que là encore se font sentir les marées atmosphériques, puisque Stetson a trouvé une relation entre les signaux radioélectriques et l'angle horaire de la Lune. La réflexion de ces signaux a,

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

d'autre part, permis à Fuchs de fixer à 400° et à 1 000° absolus respectivement la température à 190 et à 220 km, résultat qu'avaient déjà obtenu, par d'autres moyens, Martyn et Pulley. Ce réchauffement, ces marées, imprimés aux couches ionisées qui, ne l'oublions pas, se meuvent dans le champ magnétique terrestre, ont de plus pour effet de créer un courant induit : « Dans la dynamo atmosphérique, le champ terrestre est l'électroaimant, l'atmosphère est le rotor, les couches ionisées sont les armatures », dit

avec pittoresque Haurwitz. Ainsi peut-on expliquer les variations diurnes du magnétisme terrestre.

Il est alors

bien tentant, pour un esprit systématique, de rattacher entre eux variations du magnétisme, fréquence des aurores, phénomènes d'ionisation, fluctuations de l'ozone, voire lumière du ciel nocturne, et de rejeter la responsabilité de tout cela sur l'émission électrique solaire. C'est sans doute à cette unification que visent nombre de chercheurs actuels. Mais on peut penser aussi que le moindre échantillon prélevé sur la très haute atmosphère ferait mieux notre affaire que des kilomètres d'équations. Puisque, il y a bientôt vingt ans, les obus de la *Bertha* montaient déjà à quelque 40 km, on se demande s'il ne serait pas possible, avec le concours de la fusée (1), de rééditer cet exploit, prélude et embryon des futurs hauts faits des astronautes.

P. ROUSSEAU.

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

Hauteur (km)	20	25	30	35	40	45	50
Température absolue	219°	220°	223°	245°	282°	310°	336°

TABLEAU IV. — COMMENT VARIE LA TEMPÉRATURE DE L'ATMOSPHÈRE TERRESTRE AVEC L'ALTITUDE

C'est par le procédé d'approximations successives que la Science est susceptible de progresser sans se contredire : les édifices qu'elle a solidement construits ne sont point renversés par les progrès ultérieurs, mais englobés dans des édifices plus vastes (1). C'est ainsi que, dans la physique moderne, les « quanta » jouent un rôle essentiel, et il est impossible d'interpréter les phénomènes sans les faire intervenir... La connaissance et l'étude du « quantum d'action », par exemple, est aujourd'hui l'une des bases essentielles de la philosophie naturelle. Tant que les physiciens ont ignoré l'existence des quanta, ils ne pouvaient rien comprendre à la nature intime et profonde des phénomènes physiques ; sans quanta, il n'y aurait ni lumière ni matière ! L'introduction des quanta dans la science a donc bouleversé la physique classique jusque dans ses fondements. L'histoire du monde intellectuel enregistre peu de séismes comparables à celui-là...

(1) LOUIS DE BROGLIE : *La physique nouvelle et les quanta*. Paris, 1937.

L'U. R. S. S. RIVALISERA-T-ELLE AVEC L'AMÉRIQUE POUR L'INDUSTRIE PÉTROLIÈRE ?

Par André LAVILLE

En 1931, — à l'époque où s'achevait le premier plan quinquennal (1), la production du pétrole en U. R. S. S. atteignait 22,3 millions de tonnes, ce qui assignait à l'Union soviétique le deuxième rang dans le monde très loin après les Etats-Unis (116 millions de tonnes). Le plan concernant l'année 1937 — maintes fois remanié dans le sens d'une estimation plus modeste des possibilités de production, — prévoit un chiffre d'extraction plus élevé de l'ordre de 32,2 millions de tonnes de naphte pour l'année en cours, grâce à l'exécution de 2 800 000 m de nouveaux forages d'exploitation et de 820 000 m de sondages de prospection, répartis tant sur les gisements anciens que sur les nouveaux territoires prospectés. Si le bassin de Bakou, en effet, demeure, et sans doute pour longtemps encore, la principale « base » pétrolière de l'Union Soviétique (pendant toute la seconde période quinquennale il a fourni à lui seul plus de 50 % de l'extraction totale de l'U. R. S. S.), de nombreux et puissants gisements nouveaux y ont été en outre récemment découverts ; les derniers résultats fournis, au cours de ces prospections, ont révélé l'existence de réserves considérables d'hydrocarbures. Ces évaluations concernent notamment les anciens bassins de Grozny et de Maïkop (au pied du Caucase), de l'Emba (au nord-est de la mer Caspienne) et aussi ceux de l'Asie centrale, dans l'île de Sakhaline (dont les gisements sont partiellement concédés aux Japonais), dans l'Oural, en Sibérie et en Ukraine. Malgré le gigantesque effort pour moderniser et développer l'industrie du raffinage (46 batteries de distillation et 93 batteries de cracking nouvellement installées et à mettre en service dès la fin de 1937), pour aménager le réseau de pipe-lines (4 000 km installés pendant le deuxième plan quinquennal 1933-1937), l'essor de l'industrie pétrolière soviétique n'est pas aussi rapide que permettait de l'escompter la puissance de ses gisements. Elle dénote indiscutablement un retard permanent sur les prévisions mêmes de ses dirigeants. La cause doit en être recherchée tout d'abord dans la déficience des cadres (excessive lenteur de la prospection, rendement médiocre du raffinage), ensuite dans l'insuffisance du matériel et la pénurie lamentable des transports. Ces entraves, à notre avis, peuvent et doivent disparaître un jour plus ou moins prochain si les autorités compétentes prennent dès maintenant les mesures qui s'imposent. Alors l'industrie du naphte soviétique devra occuper, dans le monde, à côté des Etats-Unis, la place qui lui revient de par l'importance prédominante des richesses naturelles de son inépuisable sous-sol.

Le pétrole russe sur le marché mondial

LE pétrole russe a fait son apparition sur le marché européen vers 1880, surtout sous la forme de pétrole lampant utilisé pour l'éclairage. En 1883, l'exportation ne dépassait pas 60 000 t, distribuées principalement en Angleterre et en Allemagne. A partir de ce moment, elle alla en augmentant, parallèlement au développement de l'extraction et atteignit, en 1904, avec 1 840 000 t son premier chiffre record.

De 1904 à 1906, l'exportation tomba brusquement à 630 000 t pour se relever ensuite progressivement, en 1913, au niveau

de 1905 avec 920 000 t. Retombée à 530 000 t en 1914, l'exportation cessa pendant toute la durée de la guerre et de la révolution.

Avec la nationalisation, l'exportation reprit, en 1921, avec 147 000 t, pour atteindre 327 000 t en 1922-1923. Depuis, ce chiffre s'est accru régulièrement d'année en année pour atteindre, en 1927-1928, à la veille du premier plan quinquennal, quatre fois son niveau de 1913 avec 360 000 t. Parallèlement, la répartition des produits exportés se modifiait dans le sens d'une augmentation considérable de la part revenant aux produits légers (essence, etc.) qui passait de 28 % en 1913, à 71 % en 1931, celle du pétrole lampant et des huiles de graissage tombant, dans la même période, de 72 à

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 166, page 263 et n° 213, page 229.

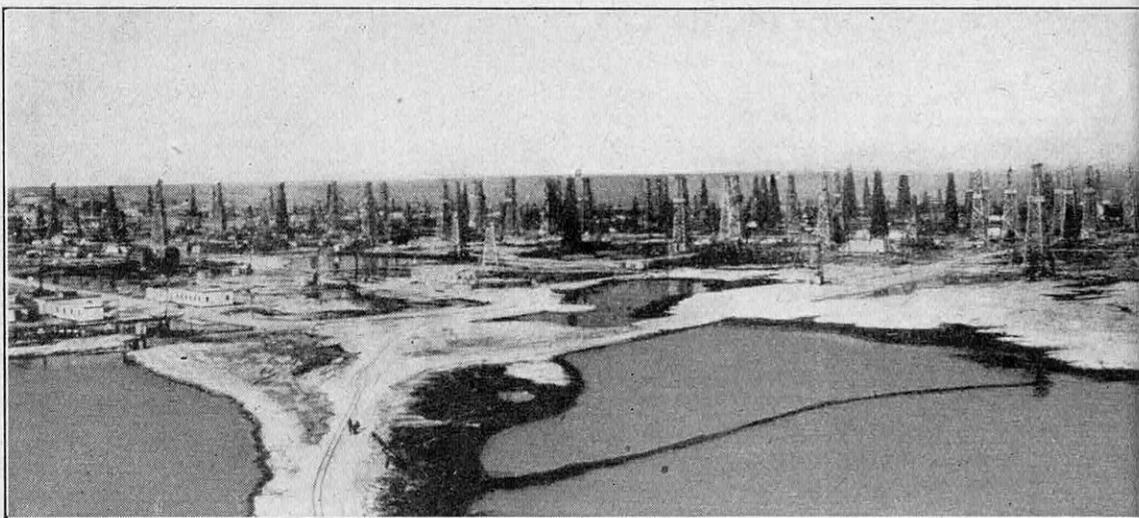


FIG. 1. — VUE D'ENSEMBLE DES IMMENSES CHAMPS PÉTROLIFÈRES DU BASSIN DE BAKOU (SUR QUI PRODUIT A LUI SEUL PLUS DE LA MOITIÉ DE TOUT LE TONNAGE EXTR.

29 %. Cependant, malgré l'accroissement continu jusqu'en 1932 du tonnage exporté, la part de la Russie sur le marché mondial, qui était de 12 % en 1927-1928 contre 10 % en 1925, est retombée à 10 % en 1932, et depuis à 7 % en 1934, 6 % en 1935.

La répartition des exportations soviétiques s'est aussi considérablement modifiée. En 1933, la première place revint à l'Italie, avec 22 %, suivie par la France 15 %, l'Allemagne 10 %, et l'Angleterre 7 %. En même temps, les exportations de pétrole russe se sont considérablement développées dans le Proche-Orient.

La crise économique mondiale a diminué notablement les possibilités d'écoulement de la production en créant de sérieuses difficultés aux exportateurs. Aussi l'exportation soviétique est-elle passée de plus de 6 millions de t en 1932 à 4 300 000 t en 1934 et à 3 200 000 t en 1935 et à 2 500 000 t en 1936. On attribue en U.R.S.S. ce rapide déclin à la priorité désormais accordée à la consommation intérieure en augmentation continue et à l'épuisement des vieux champs pétrolifères dont la productivité diminue.

Cette explication est probablement incomplète. Il faut y ajouter la création d'importants stocks de guerre révélée par l'écart considérable qui existe entre le chiffre de la production brute et celui de la consommation, compte tenu des exportations.

D'autre part, l'U. R. S. S. a modifié sa politique en subordonnant ses exportations à ses propres besoins. Il en est résulté une sensible détente dans les rapports de l'U. R. S. S. et des grands trusts mondiaux.

Le pétrole dans le second plan quinquennal

A la fin de la première période quinquennale (1931), la production du pétrole en U. R. S. S. a atteint 22,3 millions de t, soit 2,3 fois plus qu'en 1913, ce qui classait l'Union Soviétique au deuxième rang dans le monde, immédiatement après les Etats-Unis (116 millions de t).

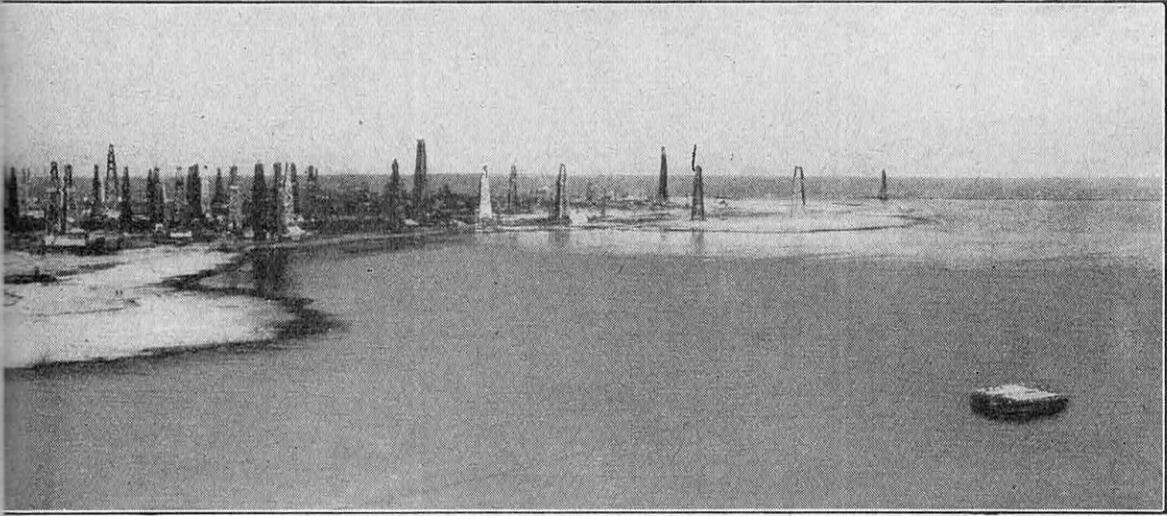
Le deuxième plan quinquennal prévoyait à l'origine une production de 46,8 millions de t pour 1937. Ce chiffre a été plusieurs fois révisé et, finalement, ramené à 32,2 millions de t (27,3 millions en 1936).

Le problème essentiel posé à l'industrie pétrolière soviétique par le second plan quinquennal réside dans l'accroissement de la vitesse de forage, qui doit atteindre en moyenne 740 m par mois et par sondage pour l'année en cours et, corrélativement, l'augmentation du nombre des sondages dont la longueur totale doit atteindre 8,5 millions de m pour l'ensemble de la deuxième période quinquennale (11 millions de m dans le programme initial).

Le développement du raffinage

D'après le plan définitif pour 1937, la production d'essence doit s'élever cette année à 4 000 000 de t (6 000 000 de t dans le programme initial du deuxième plan quinquennal) contre 2,5 millions de t en 1932 (1). Les 32 batteries de distillation primaire et

(1) On compte que la consommation intérieure en essence atteindra en 1937 près de 3 millions de t, soit sept fois plus qu'en 1932. (Prévisions du second plan quinquennal.)



MER CASPIENNE) DONT LA SUPERFICIE ACTUELLEMENT EXPLOITÉE DÉPASSE 1 500 HECTARES ET EN U. R. S. S. SES RÉSERVES DÉPASSERAIENT 1,5 MILLIARD DE TONNES

les 27 installations de cracking entrées en service durant la première période quinquennale doivent être complétées à la fin de l'année en cours par 46 batteries primaires et 93 batteries de cracking. Ce plan prévoit encore l'accroissement à 25 % du rendement du cracking, ce qui permettra de porter la production d'essence de cracking pour 1937 à 1,7 million de t contre 590 000 t en 1932. La plupart des nouvelles raffineries seront établies le long de la Volga qui, grâce au canal Moskwa-Volga actuellement en voie d'achèvement, doit devenir l'artère principale de la Russie d'Europe.

Quatre mille kilomètres de nouveaux pipe-lines doivent être installés durant la deuxième période quinquennale. Les plus importants sont ceux d'Orsk-Emba, 835 km, déjà en service; le prolongement du pipe Nikitova-Dniepr, 242 km; celui de Grozny-Armavir, 400 km; et enfin, celui de Makatch-Kalé-Voronéje, 1 360 km. Cependant, malgré le développement du réseau des pipe-lines, les transports par eau continueront à jouer un rôle important dans la distribution du pétrole à l'intérieur du pays.

Les principaux gisements russes de pétrole

L'Azerbaïdjan. — L'Azerbaïdjan, plus précisément la presqu'île d'Apchéron (bassin de Bakou) reste et restera encore longtemps la base pétrolière principale de l'Union Soviétique.

Les gisements les plus anciennement exploités du bassin de Bakou sont ceux de Balakhan, dont l'exploitation date de

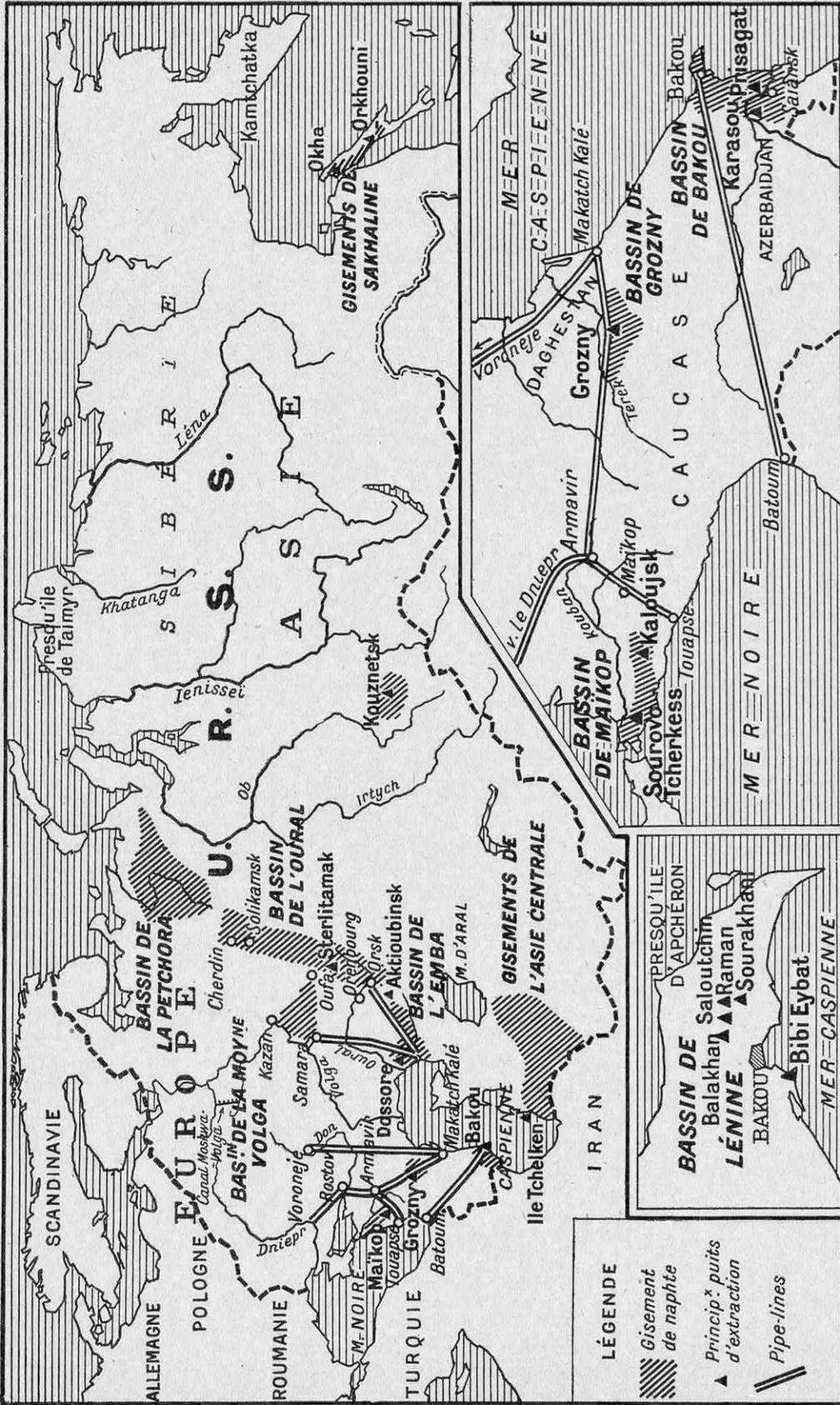
1874, de Saloutchin et de Raman, dont la mise en œuvre remonte respectivement à 1880 et 1890. Ces trois terrains, situés à 20 km de Bakou, forment aujourd'hui le bassin de Lénine qui, à lui seul, a fourni depuis le début jusqu'à nos jours près des deux tiers de la production totale de l'Azerbaïdjan.

Le terrain de Sourakhani, dont l'exploitation n'a commencé qu'en 1908-1909, est actuellement le plus productif de tout l'Azerbaïdjan, puisqu'il fournit à lui seul un tiers environ du chiffre global de l'extraction dans toute l'U. R. S. S. Les « nouveaux » terrains du bassin de Bakou comprennent encore ceux de Soura-Atachka, de Binagady, entrés en exploitation en 1913-1915 et de Pouta. Le bassin de Bakou comprend encore toute une série de terrains pétrolifères que la prospection a révélé exploitables, dans les pâturages du Kabristan et les steppes de Saliany.

La superficie actuellement exploitée du bassin de Bakou est de 1 530 hectares; 2 400 hectares de terrains non encore forés renferment des réserves considérables. Bien que les champs de Bakou soient exploités depuis plus de soixante ans, ils conserveront encore longtemps leur importance.

Pendant toute la seconde période quinquennale, malgré l'entrée en exploitation de nouveaux gisements dans les autres régions de l'Union Soviétique, la part du bassin de Bakou ne descendra pas au-dessous de 50 % du chiffre global de l'extraction pour l'ensemble de l'U. R. S. S.

Grozny. — Le second bassin par son im-



CARTE DE L'U. R. S. S. MONTRANT LA RÉPARTITION DES GISEMENTS D'HYDROCARBURES SUR SON TERRITOIRE ET LE TRACÉ DES PIPE-LINES ACTUELLEMENT EN SERVICE POUR RELIER LES CENTRES DE PRODUCTION AUX CENTRES DE CONSOMMATION ET AUX PORTS D'EXPORTATION

portance demeurera jusqu'à la fin de la deuxième période quinquennale, celui de Grozny qui s'étend au pied du versant septentrional de la chaîne du Caucase. Le terrain principal de ce bassin, Novogrozny (« le nouveau Grozny »), semblait épuisé et sans grandes perspectives. La découverte en 1934 d'une puissante fontaine à 990 m de profondeur, en justifiant les prévisions des géologues, lui a rendu toute son importance. Il en est de même pour celui de Staro-

Kouban, qui, outre Maïkop, comprend encore les terrains de Kaloujsk, Ilsk, Kou-tais, Souvoro-Tcherkess, et ceux, récemment prospectés, de la partie nord-ouest de la chaîne du Caucase.

Le deuxième plan quinquennal prévoit pour Maïkop une production globale de 7 000 000 de t pour la période 1932-1937. Ses réserves sont évaluées à environ 50 000 000 de t d'huile de bonne qualité.

Embaneft. — Le bassin de l'Emba s'étend

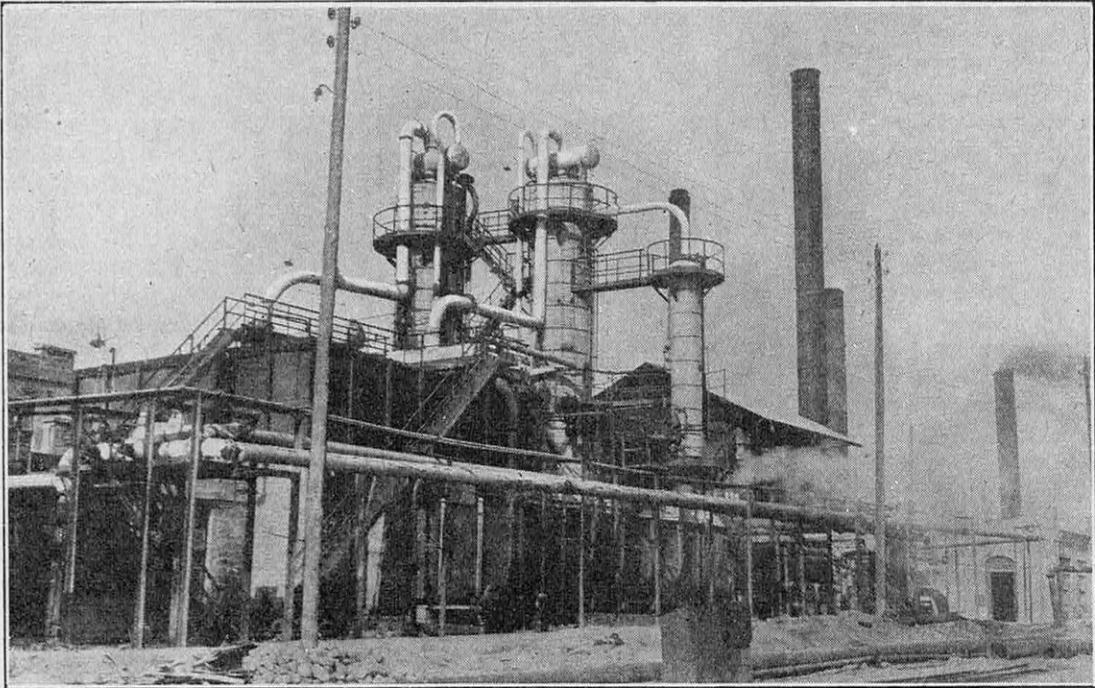


FIG. 2. — LA NOUVELLE USINE DE RAFFINAGE DU PÉTROLE « STALIN », EN U. R. S. S.

D'après le plan pour 1937, la production d'essence en U. R. S. S. doit s'élever cette année à 4 000 000 de t. La proportion d'essence, par rapport aux autres hydrocarbures consommés en U. R. S. S., doit atteindre 21,6 % en 1937, contre 14,2 % en 1932 et 2,73 % en 1913.

grozny (« le vieux Grozny »), qui paraissait complètement épuisé par une exploitation continue de quarante années, et où de nouveaux sondages à grande profondeur ont révélé la présence de sources nouvelles d'un débit journalier de 500 t. Rien qu'en 1934, on y a effectué 24 sondages. Enfin les champs du Terek et du Daghestan, au début de leur exploitation, ont révélé d'intéressantes possibilités. Les trois terrains de Malgobek, d'Atchi-Sou et d'Izberbach doivent produire cette année autant que Novogrozny et Starogrozny réunis.

Maïkop. — Sur la pente nord du Caucase, à 59 km de la ville de Maïkop, le bassin de Maïkop constitue en quelque sorte la partie sud-orientale du vaste bassin pétrolier du

sur plus de 200 000 km², au nord-est de la Caspienne, entre les fleuves Oural et Emba, jusqu'à la ville d'Aktioubinsk.

Seule, l'adoption récente des méthodes de prospection géophysiques modernes (1) a permis aux géologues soviétiques de se rendre compte exactement de la structure des terrains de l'Emba.

Bien que cette étude ne soit pas encore terminée, il est, dès maintenant, possible d'affirmer que le bassin de l'Emba est l'un des plus riches de l'U. R. S. S. et comparable à celui de Bakou. Cependant, il diffère profondément par sa structure géologique des terrains du Caucase. Le pétrole s'y rencontre au voisinage de coupoles de sel,

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

soit au-dessus, soit à leur périphérie. Cette structure se rapproche beaucoup de celle des gisements de la Gulf-Coast, qui fournissent actuellement avec l'Oklahoma les deux tiers de la production totale des Etats-Unis. La partie actuellement prospectée du bassin de l'Emba ne s'étend que sur 130 000 km², mais la surface totale occupée par les coupoles de sel déborde la région limitée par les fleuves Oural et Emba et dépasse 500 000 km². On a déjà découvert 260 coupoles dans la partie prospectée, et l'on croit leur nombre compris entre 1 100 et 1 200 pour l'ensemble du bassin de l'Emba. La pratique a montré que la réserve d'une coupole du type de celle de Dossore est de l'ordre de 5 000 000 de t. En admettant que 20 % seulement du nombre total des coupoles correspondent à ce type, on arrive pour 100-120 coupoles, à une réserve globale supérieure à 1 milliard de t.

Selon des estimations plus modestes, les réserves de la partie centrale, la plus connue, atteindraient à elles seules 600 à 700 millions de t. Sept seulement de ces coupoles sont actuellement en exploitation. Celle-ci d'ailleurs est loin d'être active, du fait surtout de la lenteur de la prospection. En forçant l'exploitation de ces gisements, il sera possible, croit-on, de porter la production de l'Emba pour 1937 à plus d'un million de t, chiffre bien au-dessous d'ailleurs des 10 à 15 000 000 de t prévus, il y a quelques années, par certains spécialistes soviétiques.

Venant, par l'importance de ses réserves, immédiatement après celui de Bakou, le bassin de l'Emba constitue avec celui de l'Oural la grande base pétrolière orientale de l'Union Soviétique.

Asie centrale. — Les gisements de l'Asie centrale qui s'étendent au sud et à l'est de la mer d'Aral jusqu'à la frontière iranienne,

sur environ 750 000 km², n'étaient guère connus jusqu'à maintenant que par ceux des collines de Ferghana. Les travaux de prospection entrepris au cours des trois ou quatre dernières années y ont déterminé la présence de 60 structures favorables dont quelques-unes exploitables industriellement.

Les gisements de la Caspienne n'ont guère fourni plus de 1 % de la production totale de l'Union Soviétique qu'au moment de la plus grande prospérité des champs de l'île Tchélèken. Malgré les nombreux dégagements de gaz et

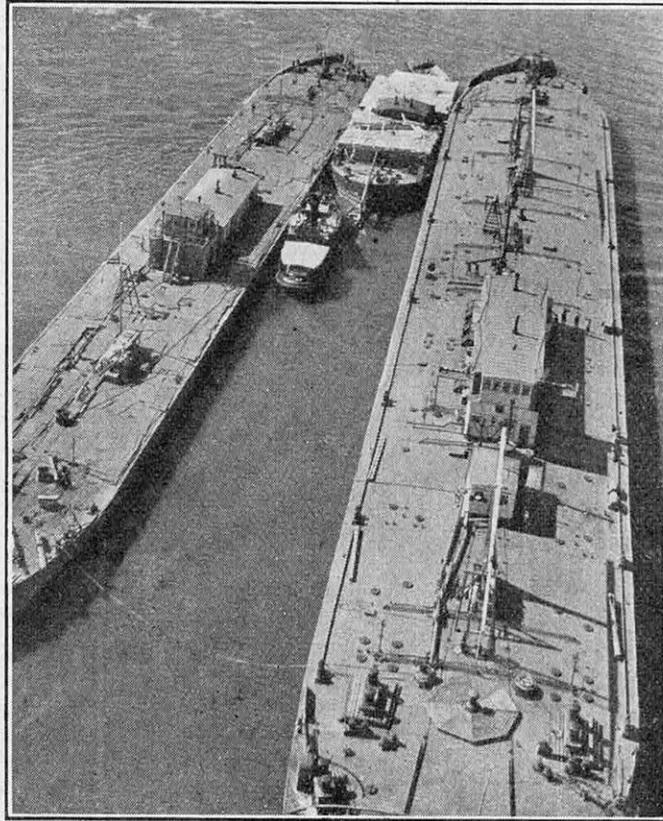


FIG. 3. — VOICI LES GRANDES PÉNICHES DE 7 000 T SERVANT AU TRANSPORT DU PÉTROLE SUR LA VOLGA. On sait que la Volga est une des principales artères fluviales de la partie européenne de l'U. R. S. S. C'est par cette voie, que prolonge maintenant le canal Moskva-Volga, que le pétrole en provenance de Bakou, après avoir traversé la mer Caspienne, parvient aux grands centres industriels de la région de Moscou.

les traces de pétrole rencontrés dans beaucoup d'endroits, les gisements de la Caspienne paraissent présenter moins d'avenir que ceux de l'Asie centrale.

Sakhaline. — Les gisements les plus connus de Sakhaline sont répartis sur la côte orientale du nord de l'île.

En 1918, les Japonais s'installèrent dans l'île. A la suite d'importants travaux de prospection, ils commencèrent, en 1923, l'exploitation du terrain d'Okha dont la production s'éleva brusquement de 1 200 t en 1923 à 12 000 en 1924. Contraints d'éva-

cuer l'île en 1925, ils furent remplacés par les géologues soviétiques. Les gisements actuellement reconnus s'étendent le long de la côte orientale, d'Okha au nord à Orkhouna au sud. Le terrain le plus riche, celui d'Okha, dont l'exploitation a recommencé en 1929, a produit, en 1936, près de 400 000 t d'huile. Les gisements de Sakhaline sont concédés en partie aux Japonais, mais les autorités locales soviétiques s'ingénient à entraver leur travail.

Oural et Sibérie. — Ces gisements se divisent, à l'exception de Sakhaline, en deux groupes : ceux de l'Oural-Volga d'une part, ceux de Sibérie d'autre part.

Les gisements de l'Oural englobent eux-mêmes trois bassins différents : celui de la Petchora au nord, celui de la Moyenne-Volga, qui ont fait l'objet de prospections encourageantes, et celui du versant occidental de l'Oural.

Les travaux de prospection entrepris à la suite de la découverte, en 1929, dans la région de Solikamsk d'une nappe pétrolifère ont permis de déterminer le contour d'un terrain de 16 hectares qui a produit 15'000 t d'huile en 1934. Le second gisement exploité dans l'Oural, celui de Sterlitamak, est connu depuis le xviii^e siècle. Les 650 hectares de terrains reconnus ont produit l'an dernier près de 1 million de t d'huile. Le terrain d'Ichimbaev, près de Ster-

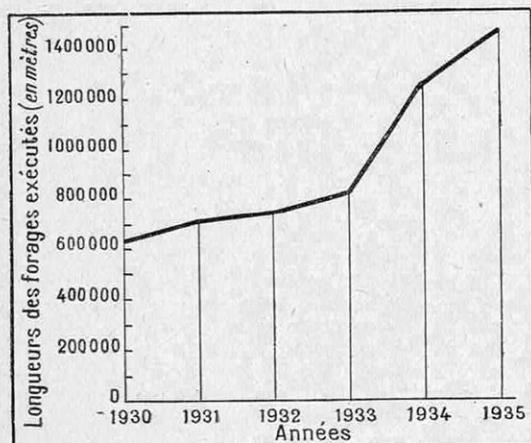


FIG. 4. — LA LONGUEUR DES FORAGES EXÉCUTÉS EN U. R. S. S. S'EST ACCRUE CONSIDÉRABLEMENT, MAIS DEMEURE CEPENDANT AU-DESSOUS DES CHIFFRES PRÉVUS DANS LES PLANS QUINQUENNAUX

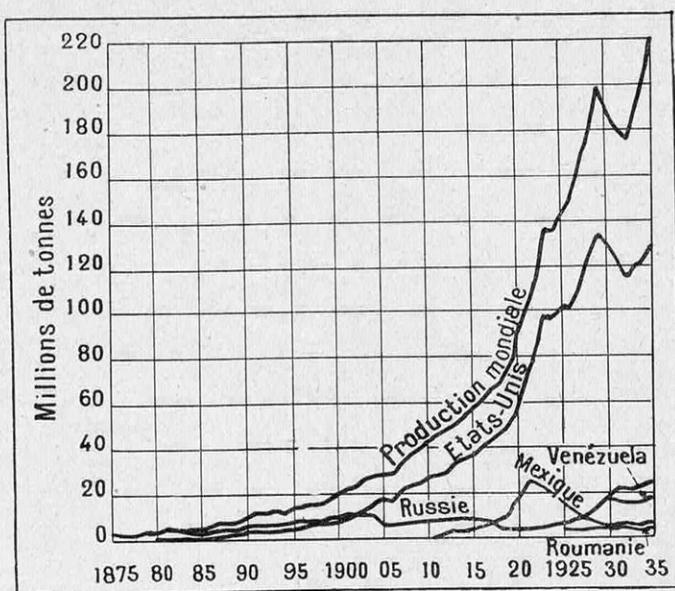


FIG. 5. — GRAPHIQUE MONTRANT L'ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION PÉTROLIÈRE DES PRINCIPAUX PRODUCTEURS RÉPARTIS DANS LE MONDE DE 1875 A 1935

On remarquera que, depuis 1930 environ, l'U. R. S. S. est devenue le second producteur par ordre d'importance, mais loin encore derrière les États-Unis (environ 11 fois plus).

litamak, fournit à lui seul actuellement 3 500 t d'huile par jour. On compte pour 1937 sur une production d'un million et demi de t. Les travaux de prospection entrepris au nord de ce bassin, dans la région de Perm, à Krasnokamsk, ont révélé la présence de gisements industriellement exploitables. Le débit actuel n'est encore que de 25-30 t par jour, mais la grande étendue des terrains de ce gisement permet de croire à l'existence de réserves considérables. On a encore trouvé du pétrole dans la région d'Orenbourg, au sud du bassin ouralien.

La connaissance de la structure géologique des immenses territoires sibériens est encore très rudimentaire.

Des travaux de prospection sont en cours dans le bassin de la Lena et sur les bords du lac Baïkal où l'on a reconnu la présence de coupoles de sel et de sables bitumeux. Des suintements d'huile et la présence de coupoles de sel à l'intérieur du bassin de la Khatanga, dans la presqu'île de Taïmyr, sont des indices sérieux sur lesquels on fonde de grands espoirs. La situation de ce bassin sur la grande voie maritime du Nord lui confère une importance exceptionnelle.

Ukraine. — Les travaux de prospection exécutés ces deux, trois dernières années dans la région de Romni ont révélé l'existence de coupoles de sel analogues à celles de

l'Emba. La découverte dans la région de Stalingrad sur le cours inférieur de la Volga de structures identiques à celles des coupes de sel de l'Emba, laisse supposer que le bassin de l'Oural-Emba s'étend sur la rive droite de la Volga jusque dans l'Ukraine.

Quelle est la situation actuelle de l'industrie pétrolière en U. R. S. S. ?

Nous avons vu que les terrains pétroliers de l'Union soviétique sont nombreux. Plusieurs comptent parmi les plus riches du monde et les dirigeants soviétiques peuvent, à bon droit, se montrer optimistes quant au développement futur de cette industrie. Cependant, son essor n'est pas aussi rapide que le prévoient les plans successifs élaborés par le gouvernement et que le permettrait la richesse des gisements. Ce retard chronique tient à deux causes essentielles : la déficience des cadres, d'une part ; l'insuffisance du matériel et la pénurie des transports d'autre part.

Les travaux de prospection sont généralement confiés, faute de techniciens éprouvés, à de jeunes spécialistes, inexpérimentés et souvent ignorants des méthodes modernes de prospection géophysique. Le gouvernement soviétique a fait appel à des spécialistes étrangers, américains, puis français, qui ont formé des équipes de prospecteurs russes. Ceux-ci ont acquis la pratique manuelle des opérations de mesure mais, hors des terrains qui leur sont familiers, ils sont à peu près incapables d'un travail rapide et efficace. De là l'excessive lenteur de la prospection aggravée encore par le manque de matériel approprié.

On peut admettre que l'exécution d'un sondage demande en moyenne deux fois plus de temps en U. R. S. S. qu'en Amérique ou en Roumanie.

Le raffinage souffre des mêmes difficultés. Des techniciens étroitement spécialisés, secondés par un personnel médiocre, utilisent mal un matériel complexe, souvent mal entretenu. De là un rendement faible, inférieur de moitié environ à celui des installations similaires américaines ou européennes.

Les transports enfin constituent encore une entrave permanente au développement de l'industrie pétrolière soviétique. Les gisements les plus anciens et les plus importants même, comme Bakou et Grozny, sont mal desservis par un réseau incomplet de pipe-lines et de voies ferrées établi sans système et sans plan. Malgré les efforts du nouveau régime, il reste beaucoup à faire. Indépendamment de l'équipement des an-

ciens gisements, il importe, en effet, de faciliter le développement des nouveaux bassins, comme celui de l'Emba, par exemple. On vient bien de mettre en service le pipeline Orsk-Emba, mais le ravitaillement des champs en matériel se fait encore mal. Dans de nombreux cas, des sondages ont dû être arrêtés en attendant l'établissement de moyens d'évacuation du pétrole. Dans d'autres cas, l'absence de ces moyens a entraîné la perte de quantités considérables du précieux combustible.

À côté de ces causes d'ordre plus ou moins technique, il en est une autre d'ordre administratif, qui ralentit sérieusement l'essor de l'industrie pétrolière soviétique. C'est le manque d'expérience de nombreux administrateurs dont la formation technique est plus que sommaire. Incapables d'organiser rationnellement la production, ils adoptent volontiers des moyens extrêmes pour remplir le plan qui leur est fixé. C'est ainsi que certains terrains ont été soumis à une exploitation désordonnée, en dépit de toutes les règles généralement admises. De nombreux sondages ont été ainsi épuisés prématurément qui auraient pu longtemps encore fournir un tonnage appréciable.

Aussi la production actuelle reste-t-elle en dessous des prévisions du plan. L'Azerbaïdjan vient en tête avec 95 % environ de son programme. Grozny suit avec 90 %. Maïneft descend à 75 %. L'Emba enfin ne dépasse pas 50 %. Dans l'ensemble, le plan journalier n'est rempli qu'à concurrence de 85-90 %. Malgré le développement du « Stakhanovisme », l'écart continue à croître. Les 46, 8 millions de t prévus par le second plan quinquennal pour 1937 sont tombés dans le programme définitif pour cette année à 32,2 millions de t.

En dépit de progrès considérables, l'industrie pétrolière soviétique souffre encore de malaises nombreux. La lenteur de la prospection, les difficultés de l'exploitation des nouveaux terrains, le faible rendement du raffinage, la pénurie des transports sont autant d'entraves à son développement.

Au fur et à mesure du développement de l'industrie, de l'amélioration des transports et de la formation des cadres, ces entraves disparaissent, et s'il reste encore beaucoup à faire à l'industrie russe du pétrole pour parvenir au niveau atteint par celle de l'Amérique ou même de la Roumanie, il semble que les dirigeants soviétiques puissent, de ce côté, considérer l'avenir avec espoir.

MARCONI, VÉRITABLE CRÉATEUR DES RADIOCOMMUNICATIONS

Par Louis HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

DEPUIS la fondation de *La Science et la Vie*, il n'est pas un seul de ses numéros qui n'ait mis en lumière les progrès de la T. S. F. et l'œuvre prodigieuse de son animateur (1). Marconi vient de disparaître prématurément ; *La Science et la Vie* se doit de saluer cette grande figure, avec une admiration reconnaissante.

Assurément, le propre des grandes découvertes, c'est d'être une œuvre collective ; pas plus dans la science que dans la vie, il n'y a de génération spontanée. Seulement, l'homme de la rue, qui n'a pas le loisir de faire de l'histoire, attache un nom, et un seul, à chacune de ces grandes novations : l'imprimerie, c'est Gutenberg ; la machine à vapeur, c'est Watt ; la microbiologie, c'est Pasteur ; la télégraphie sans fil, pour tous ceux que n'aveugle pas le préjugé nationaliste, c'est incontestablement Marconi. Son œuvre est une magnifique synthèse ; assurément, il n'aurait pas pu la réaliser, si d'autres avant lui n'en avaient créé les éléments ; ce n'est pas le diminuer que de rappeler, en quelques mots, l'œuvre incontestée de ses précurseurs.

Faraday et Maxwell établissent les lois de la propagation de l'énergie

D'abord Faraday (2) ; lorsque le génial physicien anglais découvrit l'induction, il établit la possibilité de transmettre une action électrique à travers l'espace, sans l'intermédiaire d'un fil conducteur ; le courant qui commence ou qui s'interrompt dans le circuit inducteur, agit sur un circuit voisin et

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 73, page 19, n° 92, page 115, n° 106, page 331, n° 114, page 439, et n° 116, page 171. Voir également dans *La Science et la Vie*, n° 103, page 25, l'interview accordée par l'éminent pionnier de la T. S. F. à notre envoyé spécial.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 174, page 491.

y détermine la naissance d'un courant induit ; l'énergie s'est propagée dans l'air, comme aussi bien elle se propagerait dans le vide ; Maxwell devait, trente ans plus tard, expliquer mathématiquement comment cette propagation pouvait se faire, avec une vitesse qui est précisément celle de la lumière. Et, tout de suite, il se trouva des inventeurs pour essayer de transposer ces résultats dans le domaine des applica-

tions en réalisant des communications sans fil à travers des espaces restreints, comme, par exemple, entre les deux rives d'un cours d'eau.

Le générateur de Hertz, l'antenne de Popoff, le cohéreur de Branly

Mais il manquait à ces essais ce qui devait assurer leur développement ; il manquait la possibilité de produire des courants alternatifs de haute fréquence ; c'est à l'Allemand Heinrich Hertz (1) que revient, tout entier, cet honneur ; l'œuvre admirable de Hertz a illuminé les esprits en réalisant, sur le plan expérimental, l'assimilation des phénomènes électriques et lumineux ; telles expériences

du physicien de Carlsruhe sont, à l'échelle du laboratoire, c'est-à-dire sur quelques dizaines de mètres, de véritables expériences de T. S. F., et rien n'eût été plus aisé que de s'en servir pour transmettre dès cette époque des signaux à petite distance.

Et pourtant, la télégraphie sans fil n'était pas encore viable ; il lui manquait deux choses pour passer du laboratoire à l'espace : l'antenne et le cohéreur. L'antenne, qui émet et recueille les ondes, le physicien russe Popoff (2) l'imagina, mais dans un but tout différent, car cette antenne lui servait uni-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 73, page 15.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 98, page 160.



GUGLIELMO MARCONI
(1874-1937)

Prix Nobel de Physique 1909.

quement à recueillir les décharges des orages lointains ; elle ne constituait, dans l'esprit de son inventeur, qu'un avertisseur météorologique.

Le cohéreur électrique, c'est, tout le monde le sait en France, la part de Branly (1) ; c'est lui qui a fourni, pour un temps, l'« œil électrique » indispensable pour recueillir les vibrations transmises à grande distance, et Marconi a reconnu, avec une parfaite loyauté, les incomparables mérites du savant français, comme celui-ci a rendu un juste hommage au savant italien.

Marconi réalise la synthèse de ces éléments

Tels étaient les éléments dont Marconi allait faire la synthèse ; à Hertz, à son illustre maître Righi, il emprunta le générateur d'ondes à haute fréquence, il prit l'antenne à Popoff et le récepteur à Branly. Mais il ne suffisait pas de mettre ces éléments bout à bout, il fallait les assembler et cela supposait, non seulement des connaissances techniques, rares à cette époque, mais surtout une intuition toute nouvelle de l'intérêt que pouvait offrir ce mode de communication ; car alors, c'est-à-dire environ 1897, il n'entrait pas dans les esprits qu'il y eût avantage à faire passer l'électricité à travers

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 162, page 458.

un milieu isolant, alors qu'elle se propage si aisément le long d'un fil de cuivre.

D'avoir compris cela, c'est l'intuition géniale qui est au début de toutes les grandes inventions. Mais, pour pousser plus avant, il fallait encore un don précieux et rare, que Marconi devait peut-être à sa mère, Annie Jameson, et à son éducation aussi anglaise qu'italienne : c'est le don d'obstination. Chaque pas en avant marque un nouvel obstacle surmonté ; des difficultés imprévues, et même imprévisibles, exigent de nouveaux montages, de nouveaux essais, et se concluent par de nouveaux brevets de la *Marconi Wireless Company*, à laquelle la finance anglaise collabore largement, avant d'en recueillir le bénéfice.

... Et cet homme de génie, qui ne cessait pas de perfectionner son œuvre, l'appliquait, lorsque la mort l'a arrêté, à de nouveaux problèmes ; il cherchait à faire entrer au service de l'humanité ces *micro-ondes* de quelques centimètres, qui font le pont entre l'électricité et la lumière, dont les multiples gammes contiennent peut-être le secret des communications économiques et la guérison des maladies.

Il n'avait que soixante-trois ans ; que n'eût-il découvert encore ?

Nous ne saurons jamais ce que sa mort nous coûte.

L. HOULLEVIGUE.

Le département américain de l'Économie nationale a publié récemment des indications concernant les revenus des citoyens des États-Unis. Ils dépassent actuellement (1936) 62 millions de dollars contre 54 645 millions en 1935 et à peine 45 millions en 1933. Cet accroissement continu n'a pas encore cependant permis d'atteindre le record de 1929 : 78 174 millions de dollars ! Le travail a fourni 41 250 millions de dollars en 1936, les dividendes distribués aux actionnaires représentant alors 4 573 millions ; les intérêts versés aux obligataires et autres revenus fixes 4 378 millions. C'est sous l'administration du président Roosevelt que ce notable redressement a été opéré de 1933 à 1937 (non compris), sans pouvoir toutefois rétablir encore la situation de 1929. Signalons en outre qu'un ouvrier américain gagnait en moyenne 1 142 dollars en 1936, alors qu'en 1929 il recevait mensuellement près de 1 400 dollars. L'employé gagne en moyenne plus que l'ouvrier : 2 333 dollars en 1936. Ces chiffres démontrent, une fois de plus, que le standard de vie est plus élevé aux États-Unis qu'en Europe (en France notamment). Il faut enfin remarquer que, si le salaire de l'ouvrier a baissé (par rapport aux années de grande prospérité) de 25 % environ, par contre le coût de la vie a également baissé de 24 %. En fin de compte, de 1929 à 1936, le salaire ouvrier a effectivement diminué (en moyenne) de 14 % ; mais le prix de la vie a baissé, lui, de 18 %. Il en résulte que, par suite, la « condition » du travailleur américain (pouvoir d'achat) n'a pas été modifiée à son désavantage et c'est cela qui importe.

LA SIDÉRURGIE ALLEMANDE POURRA-T-ELLE BIENTOT SE PASSER DU MANGANÈSE ÉTRANGER ?

Par J. SEIGLE

PROFESSEUR DE MÉTALLURGIE A L'ÉCOLE DE LA MÉTALLURGIE ET DES MINES DE NANCY
ANCIEN DIRECTEUR DES USINES D'IMPHY ET DE DECAZEVILLE

Depuis l'invention des procédés Bessemer (1855), Martin (1863), Thomas (1878), le développement de la production des aciers « fondus » dans le monde, se substituant progressivement à celle des fers et acier « puddlés », a entraîné une augmentation considérable de la consommation de minerai de manganèse. Bien qu'employé presque toujours à petites doses (sauf dans la préparation des aciers spéciaux au manganèse dont le tonnage demeure relativement faible), le manganèse est devenu aujourd'hui un élément essentiel de la sidérurgie moderne. Il agit en effet comme désoxydant et désulfurant et rend possible le travail à chaud (forgeage, laminage, soudage) de la plupart des fers et aciers de qualité courante. Aussi, dans les années qui ont précédé la crise économique (de 1929 à 1935), la consommation mondiale de minerai de manganèse (à 60 %) a-t-elle atteint le chiffre de 3 600 000 tonnes, dont 90 % étaient absorbés par l'industrie métallurgique et le reste par les industries chimique et céramique. Les principaux pays producteurs de minerais de manganèse sont les colonies et dominions britanniques, l'U. R. S. S., le Brésil, qui fournissent à eux seuls 94 % du tonnage mondial. Il résulte de cette situation géographique et économique que la plupart des nations industrielles grosses productrices d'acier se trouvent dans l'obligation d'importer — et à prix d'or ! — des quantités importantes de l'indispensable minerai. Pour l'Allemagne, en particulier, se pose — actuellement, et avec quelle acuité ! — le problème non seulement de réduire la consommation de manganèse, cette matière première fournie par l'étranger, mais encore d'assurer l'approvisionnement de l'industrie métallurgique en cherchant à développer à outrance l'exploitation des gisements de qualité médiocre prospectés sur son territoire. Certains d'entre eux étaient même jusqu'à présent considérés comme inexploitable, tels que ces médiocres minerais siliceux du Dogger (Allemagne du Sud). Mais voici qu'un nouveau procédé récemment mis au point par un maître de forges allemand, M. Roehling, permet maintenant d'atteindre ce double objectif : et traiter économiquement les minerais indigènes pauvres, et supprimer les additions de minerai de manganèse au haut fourneau (la désulfuration de la fonte étant obtenue par addition de carbonate de soude). L'Italie, dont la politique économique (autarcique) s'apparente étroitement à celle de l'Allemagne, parce que la pénurie de ses ressources en matières premières l'y oblige, étudie actuellement — elle aussi — l'application éventuelle de ce procédé qui rendrait de précieux services à son industrie sidérurgique. Ainsi chaque jour nous apporte le témoignage d'un effort constant poursuivi par les états totalitaires, plus ou moins dépourvus de richesses naturelles, pour s'affranchir du joug des autres nations mieux pourvues en s'équipant industriellement grâce aux progrès de la science appliquée qui leur fournit les produits de remplacement. On se demande dès lors si l'angoissante question de la répartition des matières premières dans le monde (voir les travaux actuels de la S. D. N.) ne trouvera pas ainsi une solution jadis inattendue.

Le fer est connu depuis plusieurs millénaires, le manganèse depuis deux siècles seulement

LES expressions « âge de pierre », « âge de bronze », « âge de fer », sont bien connues ; on les range habituellement dans l'ordre que je viens d'employer. Cependant, certains préhistoriens pensent que l'âge du fer est antérieur à l'âge du bronze ;

en tout cas, mentionnons que les livres de Moïse et les hiéroglyphes égyptiens font souvent mention du fer.

Les fers de toutes les époques, comme nos aciers actuels, sont toujours accompagnés d'une petite proportion de manganèse ; mais il n'y a pas très longtemps que nous le savons ; c'est en effet seulement en 1740 que l'Allemand Pott reconnut le manganèse comme un métal distinct du fer.

Ce fut ensuite en 1774 que le manganèse fut assez bien isolé et étudié par le célèbre chimiste suédois Scheele et son élève Gahn. Le man-

ganèse pur est d'une préparation difficile ; il est resté jusqu'ici sans intérêt industriel et nous n'en parlerons donc pas davantage.

La métallurgie du fer utilise de gros tonnages de minerais de manganèse, et fabrique divers alliages, où entrent notamment du fer et du carbone, à côté du manganèse : les ferro-manganèses contiennent 75 à 80 % de manganèse, les spiegels de 10 à 16 %, etc.

Les recherches récentes de l'atomistique ont montré une grande parenté entre les deux éléments fer et manganèse, comme l'indiquent les chiffres du tableau I.

Mais cela ne nous a pas encore donné la clef des influences du manganèse sur le fer, et nous n'avons pour cela que les résultats de l'empirisme et des recherches pratiques méthodiques.

Parmi les influences multiples que de petites additions de manganèse exercent sur le fer, la plus importante industriellement est certainement l'influence favorable sur ce qu'on appelle « la forgeabilité au rouge », ou encore « le travail à chaud ». Il serait impossible de forger, laminier et souder la plupart de nos fers et aciers s'ils ne contenaient pas un peu de manganèse ; dans les aciers ordinaires courants actuels, il y a environ 0,40 % de manganèse, c'est-à-dire 4 kg de manganèse dans 1 000 kg d'acier.

Il semble que ce soit l'Anglais Reynolds qui, vers 1799, ait le premier reconnu cette bonne influence sur les fers que l'on fabriquait à son époque ; mais des études

Minerais	Nombre atomique dans la classification des éléments	Poids atomiques	
		moyen	des isotopes reconnus
Manganèse	25	54,9	55 et 56
Fer	26	55,8	54, 56, 57 et 58

TABLEAU I. — MANGANÈSE ET FER SONT DEUX ÉLÉMENTS DE PROPRIÉTÉS TRÈS VOISINES, COMME L'INDIQUENT LEUR NOMBRE ATOMIQUE ET LEUR POIDS ATOMIQUE

beaucoup plus poussées sont celles de deux autres Anglais, Heath et Mushet; chacun de leur côté, ils prirent de nombreux brevets vers 1839-1840.

A cette époque, comme *acier fondu*, on ne connaissait encore que *l'acier fondu au creuset*; le contenu d'un creuset était seulement de 30 à 40 kg. L'acier en question était d'un prix de revient très élevé, et était réservé à la fabrication des outils ; une addition de manganèse améliorait la qualité au rouge.

L'importance industrielle du manganèse tient au développement de la fabrication des aciers fondus

Dans un exposé précédent (1), j'ai indiqué dans quels sens les métallurgistes employaient les mots fer et acier.

Or, le manganèse est encore bien plus indispensable dans nos aciers actuels, produits à l'état fondu, qu'il ne l'était dans les fers ou aciers d'autrefois, produits à l'état pâteux, sans fusion. *C'est donc le développement relativement récent de la grosse production*

de la grosse production des aciers fondus qui a entraîné l'augmentation de la consommation du minerai de manganèse, et ce développement aurait été impossible sans la connaissance de l'heureuse influence du manganèse sur la forgeabilité des aciers au rouge.

Mettons quelques dates en regard pour bien faire saisir ce point capital (voir le tableau II.)

Le développement des procédés Bessemer, Martin et Thomas amena la disparition progressive des fers et aciers puddlés ; la fabrication de ceux-ci pouvait presque se

Connaissance du manganèse et industrialisation de son emploi	Développement de la production des aciers à l'état fondu
1740 : Reconnaissance de l'existence de l'élément « manganèse ».	1740 : L'horloger anglais Huntsman réussit le premier à fondre de l'acier dans un creuset.
1774 : Isolement et étude du manganèse.	
1839-1840 : Brevets de Heath et de Mushet sur l'heureuse influence du manganèse sur les fers et sur les aciers fondus au creuset.	
Puis fabrication des fontes spéciales au manganèse (spiegels et ferro-manganèses) qui facilitent l'emploi du manganèse en addition dans la fabrication des aciers.	Production des gros tonnages d'acier fondu 1855 : Invention du procédé Bessemer. 1863 : Invention du procédé Martin. 1878 : Invention du procédé Thomas.

TABLEAU II. — VOICI LES DATES PRINCIPALES DANS L'ÉVOLUTION DE LA SIDÉRURGIE ET DANS LES APPLICATIONS DU MANGANÈSE

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 236, page 116.

passer de manganèse, mais les méthodes actuelles sont, au contraire, de grandes « mangeuses » de manganèse. Les procédés de fusion plus récents — et plus chers — du four électrique à arc et du four électrique à induction n'ont rien changé aux besoins de manganèse.

Les effets du manganèse sur la qualité des fontes et sur les aciers

J'ai eu l'occasion d'exposer (1) que le soufre était une impureté très pernicieuse de nos aciers ; il diminue notamment la qualité au rouge, c'est-à-dire agit en sens inverse du manganèse. On évite de dépasser 0,07 à 0,08 % de soufre dans les aciers les plus ordinaires ; ce sont les cokes, employés en haut fourneau pour la fabrication de la fonte, qui amènent ce soufre avec leurs cendres.

Ceci rappelé, les principaux effets du manganèse sont les suivants :

1° Au haut fourneau, une fonte plus riche en manganèse sera toujours — toutes autres choses restant les mêmes — moins sulfureuse qu'une fonte pauvre en manganèse ;

2° Lors de la fabrication de l'acier, il est utile d'avoir une certaine proportion de manganèse dans la charge que l'on transformera en acier fondu ; on dit quelquefois, comme explication, que le man-

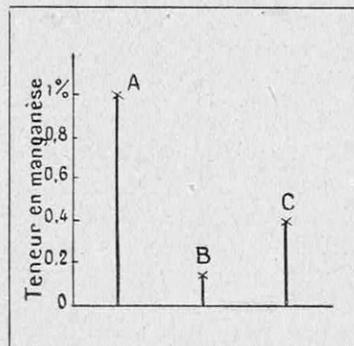


FIG. 1. — GRAPHIQUE MONTRANT LES TENEURS SUCCESSIVES EN MANGANÈSE AU COURS DE LA FABRICATION DE L'ACIER AU CONVERTISSEUR THOMAS

Le point A, représentant 1 %, correspond à la teneur en manganèse de la fonte initiale. Le point B (0,15 %) correspond à l'acier après soufflage et le point C (0,40 % de manganèse) à l'acier après addition de ferro-manganèse.

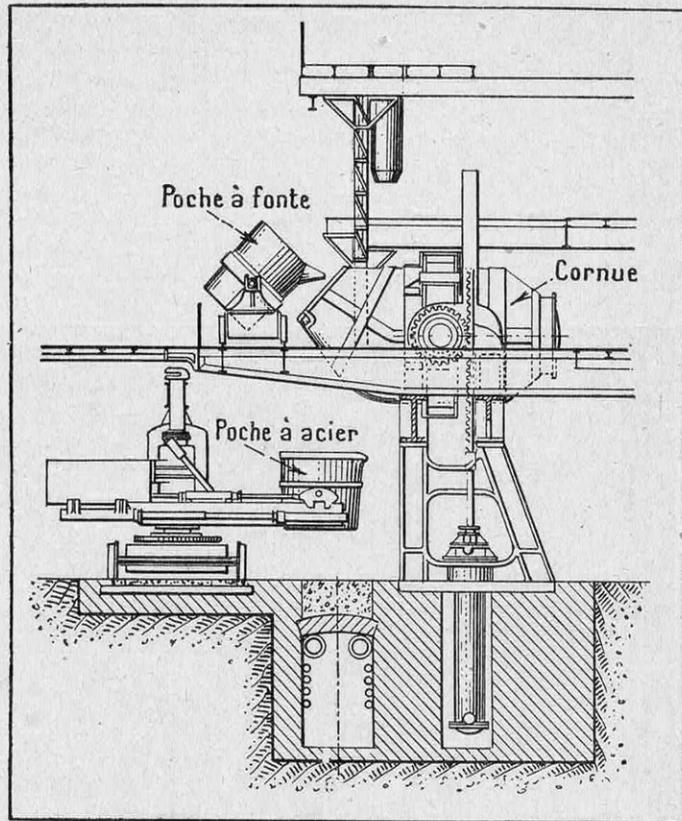


FIG. 2. — COUPE D'UNE ACIÉRIE THOMAS SIMPLE
La poche à fonte liquide vide son contenu dans la cornue où se fait l'addition de manganèse (sous la forme de ferro-manganèse), après soufflage de l'air à travers la masse. L'acier fondu ainsi élaboré est vidé dans la poche, puis dans des lingotières.

ganèse préserve le fer de l'oxydation ;

3° Avant de couler l'acier ainsi produit, il faut encore y faire une certaine addition de ferro-manganèse pour rendre l'acier travaillable au rouge ; cette addition est dite parfois « désoxydante » ;

4° Le manganèse est un élément qui augmente la résistance à la traction des aciers, comme le fait aussi le carbone, celui-ci ayant d'ailleurs une action plus énergique. Sous ce rapport, le manganèse ne serait donc pas absolument indispensable ; on pourrait le remplacer par le carbone.

Le manganèse consommé par la métallurgie des aciers ne peut être récupéré

Voici les deux circonstances principales qui contribuent à la perte du manganèse.

1° Les minerais de manganèse sont difficilement réductibles. — Dans nos hauts fourneaux, les minerais de fer que nous chargeons au gueulard sont à peu près complètement réduits ; nous retrouvons par la suite, sous forme de fonte, à peu près

tout le fer que les minerais contenaient.

Dans ces mêmes hauts fourneaux, si nous chargeons une certaine quantité de minerai de manganèse pour faire des fontes plus ou moins manganésées, une proportion importante (25 à 50 % et plus) échappe à la réduction ; beaucoup d'oxyde de manganèse reste dans le laitier et est complètement perdu parce qu'il est impossible de le récupérer.

2° *Le manganèse est un métal facilement*

destinée à rendre l'acier travaillable au rouge. Enfin, on coulera l'acier dans une poche de coulée à acier, puis, de là, dans des lingotières.

Eh bien ! en ce qui concerne le manganèse, voici les teneurs pendant cette opération :

1° La fonte initiale — dite fonte d'affinage Thomas — contient, dans les habitudes actuelles, 1 à 1,50 % de manganèse ;

2° A la fin du soufflage, l'acier obtenu

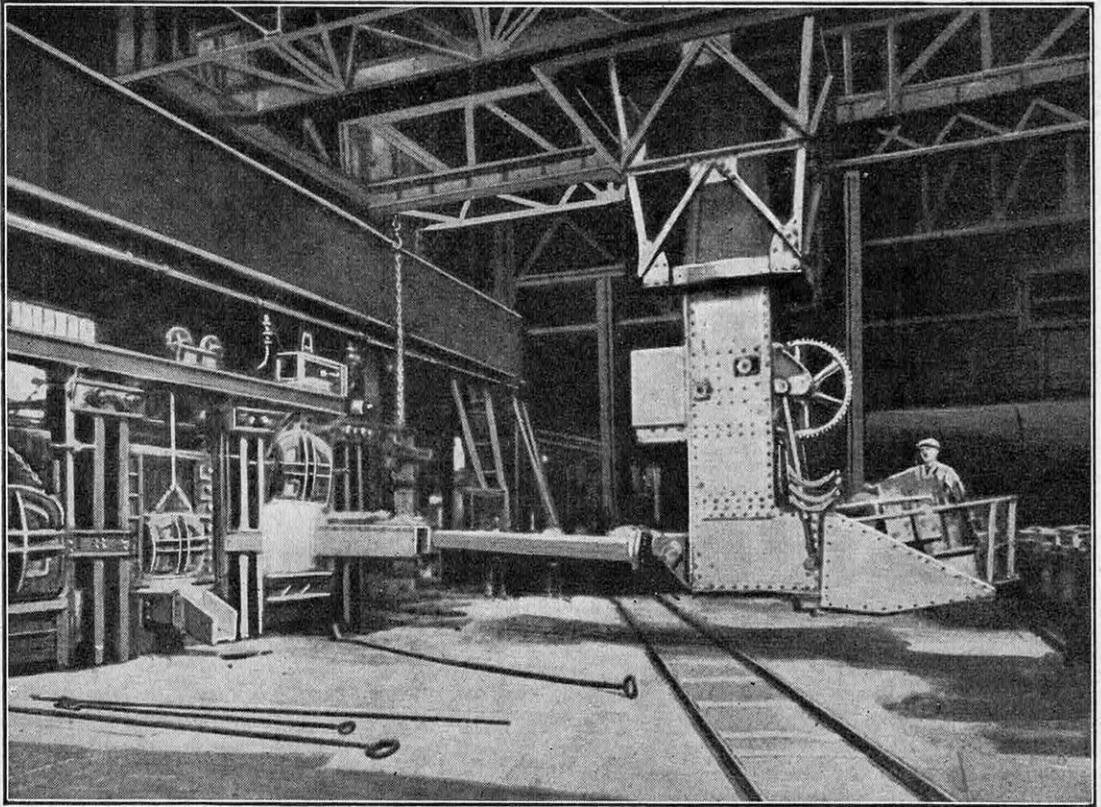


FIG. 3. — FOUR MARTIN FIXE DE 50 TONNES EN COURS DE CHARGEMENT

Dans ce four sont fondus de la fonte et des riblons, ou ferrailles, auxquels on doit ajouter du manganèse, sous forme de ferro-manganèse, qui se trouve en grande partie perdu par oxydation.

oxydable. — Prenons, comme exemple simple, la fabrication de l'acier par le procédé Thomas : la figure 2 représente la coupe verticale d'une aciérie Thomas de type ancien, simple. Le contenu d'une poche à fonte liquide, 20 t et plus, est prêt à être versé dans la cornue ou convertisseur, monté sur deux tourillons ; bientôt après, on soufflera de l'air à travers la fonte contenue dans le convertisseur qu'on aura redressé verticalement. En 15 à 20 mn, la fonte sera transformée en acier doux à peine manganésé. Cela fait, on jettera dans le convertisseur, ramené à l'horizontale, une certaine *addition de ferro-manganèse*

ne contient plus que 0,15 % environ de manganèse ;

3° Après l'addition de ferro-manganèse, l'acier contient 0,40 % environ de notre élément ; mais il a fallu ajouter notablement plus que la simple différence de $0,40 - 0,15 = 0,25$ arithmétiquement nécessaire.

Le graphique figure 1 rend ces chiffres plus frappants.

Les pertes de manganèse par oxydation sont analogues dans les autres procédés de fabrication de l'acier : la figure 3 représente le laboratoire d'un four Martin dans lequel on charge et on fond un certain tonnage de fonte et de riblons ou ferrailles. Là encore,

une certaine proportion de manganèse dans cette charge est utile, et sera cependant perdue par oxydation.

Fontes de moulage. — On appelle ainsi les fontes destinées à être ajoutées à de vieilles fontes ou à des déchets quelconques de fonte, pour faire des refusions et couler ainsi des pièces moulées en fonte. Pour cette qualité, le manganèse est à peu près inutile, et on évite même des teneurs supérieures à 0,70 ou 0,80 %.

La situation des pays européens, grands producteurs de fonte et d'acier, en ce qui concerne les minerais de manganèse.

On trouve toujours un peu de manganèse dans les minerais de fer, et un peu de fer dans les minerais de manganèse ; il y a même des gisements dans lesquels les proportions de fer et de manganèse sont du même ordre de grandeur (tableau III).

Quant aux véritables gisements de minerai de manganèse, on en trouverait sans doute de petits dans beaucoup de pays ; mais les gisements importants au point de vue industriel, actuellement connus et exploités, sont assez peu nombreux ; citons les régions principales : Russie du Sud et Caucase, Afrique du Sud, Gold-Coast (colonie anglaise, près de notre Dahomey), Indes, Brésil, et enfin, plus récemment, le Maroc.

Voici, d'après les dernières statistiques comment on peut évaluer approximati-

Vrais minerais de fer	Fer	Manganèse
	%	%
Est de la France.....	28 à 40	0,2 à 0,3
Normandie	40 à 55	0,3 à 0,5
Pyénées dit manganésé .	50 à 55	3 à 4
Algérie.....	55 à 60	0,5 à 2
Suède non manganésé ...	55 à 65	0,2
Suède, manganésé.....	45 à 55	jusqu'à 5 environ
Bilbao et Santander.....	45 à 60	0,5 à 1
Minerais mixtes	Fer	Manganèse
	%	%
Carthagène (Espagne) ...	30 environ	15 environ
Huelva (Espagne).....	9 —	35 —
Vrais minerais de manganèse	Fer	Manganèse
	%	%
Caucase (Poti)	1 environ	50 environ
Indes	1,5 —	55 —
Brésil	4 —	50 —

TABLEAU III. — COMPOSITION EN FER ET MANGANÈSE DE QUELQUES MINERAIS DE FER, DE MANGANÈSE ET MINERAIS MIXTES SELON LEUR PROVENANCE

Provenance	1934	1935	1936
	(Tonnes)	(Tonnes)	(Tonnes)
U. R. S. S.	172 000	228 000	32 000
Afrique du Sud.	19 000	31 000	108 000
Indes	13 000	73 000	52 000
Gold Coast	10 000	36 000	—
Brésil	—	—	10 000
Divers	10 000	26 000	28 000
TOTAUX...	224 000	394 000	230 000

TABLEAU IV. — LES IMPORTATIONS ALLEMANDES EN MINERAIS DE MANGANÈSE AU COURS DE CES DERNIÈRES ANNÉES

Les achats allemands en U.R.S.S. ont fortement diminué en 1936.

vement la répartition actuelle de l'extraction des minerais de manganèse :

Colonies et Dominions britanniques	45 % (1)
U. R. S. S.....	41 %
Brésil.....	6 %
Divers.....	8 %

Les pays européens autres que l'U.R.S.S., qui sont presque tous de très gros producteurs d'acier, ne possèdent donc pas sur place le minerai de manganèse dont ils ont besoin ; ils doivent en importer.

Ainsi, les importations françaises de ces trois dernières années, qui sont encore des années de crise métallurgique, ont atteint les chiffres suivants : 583.000 t en 1934, 372.000 en 1935, 421.000 t en 1936.

Le tableau IV indique, d'autre part, les importations allemandes en minerai de manganèse classées par origine.

On constatera une forte diminution dans les minerais de manganèse importés d'U. R. S. S. en Allemagne pendant l'année 1936.

L'Allemagne pourra-t-elle se libérer de l'étranger pour le fer et le manganèse ?

Les explications précédentes feront comprendre les très grosses difficultés qu'on eut, en Allemagne, pendant la guerre de 1914-1918, pour se procurer le manganèse indispensable à la métallurgie des fontes et des

(1) Les colonies et dominions britanniques se classent au premier rang si on prend l'Empire britannique dans son ensemble. Sinon l'U.R.S.S. arrive incontestablement au premier rang, devant les Indes britanniques, le « Gold Coast » et le Brésil.

aciers ; elles feront comprendre de même combien serait intéressante pour elle toute méthode permettant de diminuer la quantité de manganèse nécessaire par tonne d'acier.

Nous avons vu que l'un des rôles du manganèse chargé dans un haut fourneau à fonte était de diminuer la teneur en soufre. Or, le carbonate de soude ajouté d'une façon convenable à de la fonte liquide, coulant dans une rigole de coulée, enlève du soufre à cette fonte, jusqu'à 40 à 50 %.

Des essais systématiques sont en cours dans

nate ; mais on peut alors traiter des fontes renfermant seulement 0,60 à 0,70 % de manganèse au lieu de 1 à 1,50 %.

L'Allemagne est non seulement grosse importatrice de minerai de manganèse, mais aussi grosse importatrice de minerai de fer ; elle est alimentée par la Suède, notre bassin ferrifère de l'Est (Meurthe-et-Moselle et Moselle), le Canada, l'Afrique du Nord, etc. Ce n'est pas que l'Allemagne soit absolument dépourvue de minerai de fer ; mais les gisements sont, pour la plupart, à faible

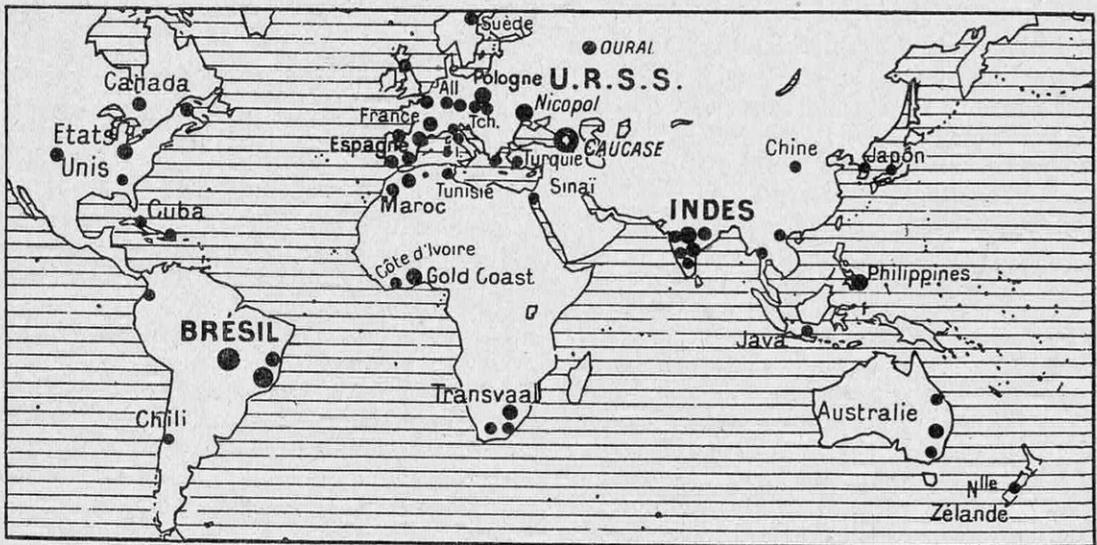


FIG. 4. — CARTE MONTRANT LA RÉPARTITION DES GISEMENTS EXPLOITABLES DE MINÉRAIS DE MANGANÈSE ACTUELLEMENT PROSPECTÉS DANS LE MONDE

En Europe, les gisements les plus importants se trouvent en U. R. S. S. (Caucase), et les réserves des autres pays sont loin de leur être comparables. Les seconds producteurs mondiaux sont les Indes britanniques en Asie (principaux gisements à 800 km environ de Bombay et à 1 100 km de Calcutta). Puis viennent le Gold Coast britannique, en Afrique, et le Brésil, en Amérique du Sud. Quant aux autres pays industriels, les États-Unis en particulier, ils ne possèdent que des minerais pauvres et dépendent des quatre principaux producteurs qui groupent 92 % de la production mondiale totale.

de nombreuses usines. On peut s'adresser, pour avoir une action active, à du carbonate de soude préalablement fondu (vers 860°), ou bien à du carbonate de soude non pulvérisé, mais « grumelé », préparé spécialement par la Société Solvay pour cet emploi. En ce qui concerne l'Allemagne, le maître de forges sarrois Roehling communiquait il y a un an, les intéressantes perspectives de cette méthode (1).

Le poids de carbonate de soude à employer est de l'ordre de 1 à 2 %. Pour une poche de 20 tonnes de fonte liquide, à transformer en acier au convertisseur Thomas (fig. 2), cela fait donc de 200 à 400 kg de carbo-

teneur en fer, et à forte teneur en silice.

Depuis ces toutes dernières années, le gouvernement du Reich oblige les métallurgistes à consommer une certaine proportion des minerais nationaux ; l'extraction de ces minerais se développe donc notablement, mais le prix de revient de la fonte obtenue avec eux est sensiblement plus élevé qu'avec les minerais étrangers plus riches en fer.

La grande presse vient tout justement d'annoncer la création d'une vaste entreprise par l'État, sous le patronage d'Hermann Göring. On doit créer des hauts fourneaux dans la région dite de la Dill, où se trouvent des gisements de minerai de fer à faible teneur.

(1) Revue allemande V. D. I. du 14 mars 1936. Voir aussi *La Science et la Vie*, juin 1936, page 509, sur « l'Allemagne et les matières premières »...

MICROBES, TOXINES, VENINS AUX ULTRA-PRESSIONS

Par Jean LABADIÉ

Les lecteurs de La Science et la Vie ont été les premiers à connaître l'appareillage unique au monde (1) que M. James Basset a su mettre au point, en vue de réaliser au laboratoire des pressions allant jusqu'à 40 000 kg/cm². Ces conditions toutes nouvelles d'expérimentation ont déjà permis au physicien, comme au chimiste, d'étudier scientifiquement l'influence des ultra-pressions sur les propriétés de la matière. C'est ainsi qu'il est devenu possible d'effectuer, notamment, sans l'aide d'aucun catalyseur, certaines réactions de synthèse dont l'industrie saura tirer sans doute un jour des applications pratiques susceptibles d'exercer là aussi des incidences sur la production économique. Les biologistes, à leur tour, ont voulu mettre à l'épreuve dans la chambre d'expérience des ultra-presses certains échantillons de tissus vivants, des cultures microbiennes et aussi tous ces produits d'origine biologique qu'élaborent les organismes vivants. Parmi ceux-ci, il faut citer les diastases, les toxines, les venins, les sérums, etc. Ces « infiniment petits » biologiques, qui, en général, périssent par suite de l'augmentation de la température et par l'action des radiations de courte longueur d'onde, ont, au contraire, fait preuve (surtout sous la forme de spores) d'une résistance surprenante aux ultra-pressions. C'est ainsi que certains bacilles sporulés supportent, sans dommage apparent, 20 000 kg/cm². De plus, lorsqu'ils sont enfin détruits par des pressions plus élevées, ils se révèlent, à la différence de ce que l'on observe avec les procédés ordinaires (action de la chaleur, de la lumière, de certains composés chimiques, etc.) d'atténuation ou de suppression de la virulence, dépourvus de toute spécificité vaccinnante (2). Ainsi, si les ultra-pressions n'apportent pas aux chercheurs de nouveaux moyens de préparer des vaccins « inconnus », elles n'en constituent pas moins un puissant procédé d'investigation dans le vaste domaine partiellement exploré de la microbiologie, en vue d'élucider, soit par exemple la véritable nature du bactériophage, soit celle de ces « germes » cancéreux sur lesquels les opinions sont si contradictoires. D'une manière générale, on peut affirmer que cette méthode inédite permettra d'aborder ces problèmes si complexes de l'immunité des organismes vivants aux maladies infectieuses. Un tel sujet étudié théoriquement et pratiquement aurait, dans l'état actuel de nos connaissances, une portée incalculable, au cas où des phénomènes nouveaux viendraient à être découverts dans cette voie.

Nos lecteurs connaissent les pressions véritablement « fantastiques » que M. James Basset réalise en son laboratoire spécialisé. Nous avons montré l'intérêt majeur que suscitent chez les physiciens ces « ultra-pressions » qui se chiffrent de 2 000 à 40 000 kg par cm². Nous allons exposer le parti qu'en ont tiré les biologistes dans leurs propres recherches.

Comment se comporte la vie dans un milieu ultra-comprimé ?

Sans parler des pauvres scaphandriers dont l'organisme ne peut supporter, chez les mieux entraînés, des pressions supérieures à 60 m d'eau (environ 6 atmosphères), les poissons des grandes profondeurs n'ont jamais à supporter de pressions supérieures à 1 000 kg par cm², puisque la plus grande

fosse abyssale marine ne dépasse pas 10 000 m de profondeur ; encore n'est-il pas certain qu'elle soit habitée jusqu'au fond. Les poissons pêchés à 5 000 et 6 000 m vivent néanmoins dans un milieu comprimé à plus de 500 kg par cm². Les « produits biologiques » de leurs organes — les diastases, par exemple, qui président à leur digestion — ne diffèrent pas des produits similaires de leurs congénères de surface. Voilà donc une réaction « biochimique » — la digestion — que les hautes pressions ne semblent pas influencer beaucoup. Effectivement, nous l'allons voir, les diastases (ferments solubles) résistent à des pressions notablement plus élevées que celles dont s'accommodent les poissons abyssaux.

Mais ceci n'est qu'un exemple rudimentaire destiné à illustrer un problème qui doit être généralisé dans des termes précis.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 240, page 409.

(2) Voir *La Science et la Vie* n° 200, page 97.

Quelles sont les plus hautes pressions que la vie peut supporter ?

En l'état actuel de la technique des ultra-pressions, il ne saurait être question de soumettre un grand aquarium à des milliers d'atmosphères. Nous avons vu que les « chambres d'expérience » de M. James Basset se dimensionnent par quelque 20 cm de longueur et 2 cm de diamètre. Si cet espace réduit est insuffisant pour étudier le comportement d'animaux tant soit peu supérieurs, ils permet, par contre, de travailler aisément sur des échantillons des tissus vivants, sur des cultures microbiennes, et sur ce qu'on est convenu d'appeler « les produits biologiques » : toxines, vaccins, sérums, etc. Et l'on conçoit que, pour les spécialistes de la biologie, de la microbiologie, et notamment pour ceux qui étudient le problème si vaste de « l'immunité », les moyens d'investigations apportés par la technique de M. Basset offraient un intérêt majeur.

C'est ce point de vue qui n'a pas échappé au docteur Mâchebœuf de l'Institut Pasteur qui, avec l'aide de plusieurs collaborateurs, a pris l'initiative de ces recherches. Commencées il y a cinq ans, celles-ci ont abouti, d'ores et déjà, à des résultats importants que nous allons exposer.

La technique expérimentale, bien que minutieuse, est d'une grande simplicité

Consacrons seulement quelques mots à la technique proprement dite de ces expériences.

Habitué aux manipulations courantes, dont le matériel est principalement en verre, le biologiste devait adopter en l'occurrence un récipient *souple*, capable d'épouser les déformations considérables que les ultra-pressions imposent aux liquides. Songez que l'eau, comprimée à 20 000 kg par cm², voit son volume diminuer de moitié. D'autre part, la moindre bulle d'air insérée dans l'éprouvette d'expérience se dissout dans le liquide, ce qui change les conditions biologiques du milieu. Rappelons à ce propos que l'azote respiré sans inconvénient, en tant que gaz « inerte », à la pression atmosphérique, devient toxique pour les scaphandriers de grand fond comme, d'ailleurs, pour les ouvriers travaillant en « caissons » comprimés. *A fortiori*, la préparation biologique soumise à des pressions incomparablement plus élevées, doit être mise à l'abri de toute atmosphère parasite. Le liquide expérimenté ne doit donc strictement conte-

nir que la quantité d'oxygène dissoute par contact avec l'air à la pression normale. Ce liquide est donc emprisonné, avec toutes les précautions classiques d'asepsie, dans un tube de gomme (feuille anglaise) stérilisé et ligaturé par ses extrémités.

D'autre part, des tubes « témoins » sont conservés et observés à part, afin de déceler toute action éventuelle de la gomme sur le liquide étudié.

Dans ces conditions, il est évident que la pression se transmet intégralement au contenu des tubes, à travers leur paroi molle, et que les phénomènes observés demeurent une fonction pure de ce facteur physique.

Une première constatation importante, d'ordre général, a été la suivante : que la mise en œuvre de la pression fût lente ou rapide, les divers objets biologiques expérimentés n'accusèrent aucune réaction à cette « vitesse de compression ». Les microbes sont donc insensibles aux *variations brusques* de la pression, tandis que les organismes supérieurs y sont éminemment sensibles. On sait que pour remonter un scaphandrier d'une grande profondeur, il faut procéder avec une lenteur d'autant plus grande qu'on ramène l'homme de plus bas.

Par contre, *la durée pendant laquelle est maintenue la pression* influence nettement la matière vivante (ou le produit biologique expérimenté) quoique de manière très faible. Et cette influence apparaît d'autant mieux qu'il s'agit de compressions plus *brèves*. Au bout de quarante-cinq minutes, l'influence de la durée de compression ne se fait plus sentir.

Ces premières observations révèlent donc que la vie microbienne est d'un comportement très spécial aux hautes pressions.

Les ultra-pressions peuvent-elles servir à préparer des vaccins ?

Cependant, ainsi que l'écrivent le docteur Mâchebœuf et ses collaborateurs, et leur franchise est tout à leur honneur de savants, c'est l'hypothèse inverse qui les avait tout d'abord orientés vers ces recherches.

« Nous avions pensé, disent-ils, que la vie n'était pas possible sous des pressions aussi énormes que celles que nous savions produire. On pouvait donc espérer *tuer*, ou du moins *atténuer*, les bactéries par la pression et *préparer ainsi des vaccins*. »

Rappelons, en effet, que les vaccins s'obtiennent, dans la technique courante, en *tuant* les microbes ou en *atténuant leur virulence* par des moyens variés tels que la

chaleur ou l'action d'antiseptiques soigneusement dosés. Il était donc légitime de penser que les très hautes pressions pouvaient intervenir de la même manière.

« On pouvait même espérer, écrivent les auteurs de ces recherches, que la pression dénaturerait moins les « antigènes » microbiens (1) que ne le font les autres agents généralement employés pour tuer les bactéries. Si cet espoir avait été réalisé, on aurait pu préparer par pression des vaccins ayant conservé intacts les caractères antigéniques spécifiques des bactéries. »

Mais les faits n'ont pas répondu à cet espoir.

D'abord, les bactéries se sont révélées beaucoup plus résistantes qu'on ne pouvait le penser aux ultra-pressions : certaines d'entre elles (*Bacter subtilis*) a résisté aux pressions les plus élevées qu'on ait réalisées au cours des expériences effectuées : 20 000 atmosphères !

Ensuite, quand les bactéries se trouvaient tuées à des pressions convenables, on constatait qu'elles n'étaient plus actives en tant que vaccins : « Elles avaient perdu leur spécificité vaccinnante en même temps que la vie. »

L'insuccès d'une recherche dans la voie hypothétique qu'il s'était fixée n'est jamais

(1) On appelle « antigène » le produit spécifique qui, pour chaque microbe pathogène, suscite l'apparition de son propre « contrepoison » dans l'organisme vacciné.

infécond pour le savant. Une hypothèse, enseigne Claude Bernard, n'est jamais qu'un moyen de travail. Son insuccès lui-même est instructif en ce sens qu'il invite à réformer sa pensée d'après les faits expérimentaux.

Et d'abord, puisque les

bactéries résistaient, il convenait de comparer leur pouvoir de résistance spécifique.

Le docteur Mâchebœuf et ses collaborateurs observèrent très vite que les bactéries les plus résistantes à la pression étaient celles qui prennent la forme de « spores » — ce qui apparaît comme une réaction de défense chez beaucoup d'espèces microbiennes (fig. 2). C'est ainsi que le bacille de Koch, le colibacille, les bacilles typhique et paratyphique, le pneumocoque, le staphylocoque résistent pendant 45 minutes à des pressions avoisinant 5 000 atmosphères et sont tués si l'on dépasse ces

pressions. Ce sont là des bactéries *non sporulées*. Par contre, les bacilles du tétanos, le bacille subtilis, le bacille mégathérium, etc., aptes à prendre la forme « sporulée », résistent parfaitement, en cet état de spores, à toutes les ultra-pressions atteignant jusqu'à 20 000 atmosphères.

Les virus invisibles de la vaccine, de la fièvre jaune, de la rage, de l'herpès, le virus de Borna, le virus aphteux, celui de la peste aviaire se révèlent les plus sensibles. Ils

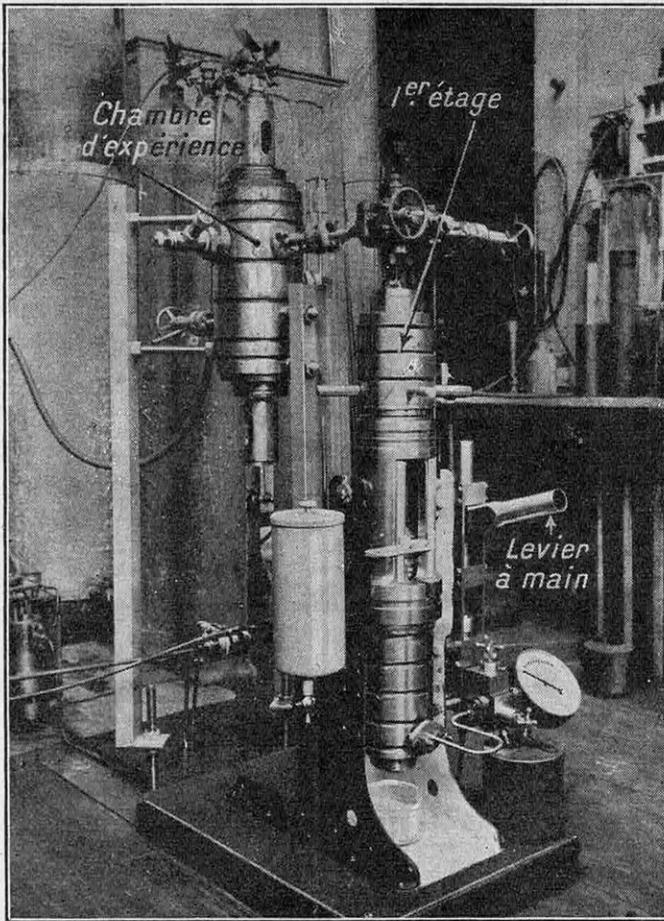


FIG. 1. — A L'AIDE DE CES PRESSES SPÉCIALES, M. JAMES BASSET RÉALISE DANS SON LABORATOIRE DES ULTRA-PRESSIONS DE L'ORDRE DE 40 000 KG/CM²

Pour étudier le comportement des cultures bactériologiques, le bouillon est enclos dans un sac de gomme très pure et ne contenant aucune bulle gazeuse. Ce sac est ensuite introduit dans la chambre d'expérience pour être soumis aux ultra-pressions.

résistent moins bien que les bactéries non sporulées elles-mêmes. Une pression de 3 000 atmosphères suffit à détruire l'activité de certains d'entre eux. Aucun, en tout cas, ne résiste à 6 000 atmosphères.

Les « catalyseurs biochimiques » (diastases, toxines, venins) résistent aux plus hautes pressions

Voici maintenant, au lieu et place des corps microbiens, les « produits » biologiques.

Nous distinguerons parmi ces produits les *toxines* et les *diastases*.

Les diastases peuvent être fournies par certaines bactéries, les levures par exemple, et ce sont là précisément les produits chimiques grâce auxquels se réalise le phénomène de la fermentation, dont la transformation du sucre en alcool est l'exemple le plus connu. Mais certaines diastases sont également sécrétées directement par les organes concourant à la digestion : il y a des diastases dans la salive, dans le suc gastrique, dans les sécrétions du foie, du pancréas, etc.

Aussi bien les diastases sont communément dénommées du titre générique de « ferments solubles ».

Les diastases agissent exactement à la manière des corps « catalyseurs » : elles assurent l'accomplissement de réactions chimiques qui, sans leur intervention, exigeraient l'intervention d'énergies physiques à très haut potentiel. Nous avons précisément cité, dans notre précédent article sur les ultra-pressions (1), la synthèse directe des nitrates qu'une bactérie bienfaisante, *azotobacter*, réalise dans nos champs où elle vit sur la racine des légumineuses, créant ainsi l'engrais azoté dont la terre a besoin. Cette nitratisation qui exige pour se réaliser au laboratoire l'intervention de l'arc électrique en présence de catalyseurs appropriés, *azotobacter* l'obtient par une sorte de fermentation. Or, grâce aux ultra-pressions, M. Basset a réalisé la nitratisation directe de la baryte, de la chaux, de la soude.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 240, page 409.

Il était intéressant de voir comment se comporteraient les diastases, « catalyseurs biologiques », sous les ultra-pressions. Ce ne sont pas là des êtres vivants, mais des corps chimiques et dont la structure devait logiquement résister aux plus hautes pressions (étant donné les propriétés que nous venons de rappeler, *lesquelles concurrencent précisément les ultra-pressions*). C'est précisément ce qu'ont constaté le docteur Mâchebœuf et ses collaborateurs. Les diastases les plus diverses (gastriques, hépatiques, pancréatiques) ont conservé toutes leurs propriétés jusqu'à la pression de 9 000 atmosphères.

Cependant des pressions un peu plus élevées, telles que 12 000 et 13 000 atmosphères, ont eu pour effet d'atténuer les propriétés chimiques des diastases. Au-dessus de 13 000 atmosphères leur inactivation peut devenir totale. On dirait qu'à ces taux élevés, les ultra-pressions deviennent les plus fortes dans cette étrange concurrence d'un facteur physique aussi brut et d'un facteur biochimique aussi subtil.

Les conclusions pratiques de ces premières observations sont que la méthode des ultra-

pressions offre la possibilité de différencier l'action des diastases de l'action d'un ultra-virus. L'ultra-virus (dont le corps microbien échappe à l'analyse microscopique) pourrait être considéré comme un ferment soluble. Mais, puisqu'il est toujours tué à 5 000 atmosphères et que la diastase la plus fragile résiste à 9 000, tous les cas douteux peuvent donc être immédiatement éclaircis par la méthode des ultra-pressions.

Les toxines, qui sont, tout compte fait, les « ferments » sécrétés par les microbes pathogènes, devaient, logiquement, se comporter de la même façon que les diastases sous les ultra-pressions. C'est effectivement ce qui est arrivé : au-dessous de 10 000 atmosphères, aucune toxine microbienne n'est ébranlée dans ses propriétés chimiques. Au-dessus de 10 000, certaines d'entre elles sont atténuées. L'inactivation totale n'apparaît pour les toxines qu'aux pressions

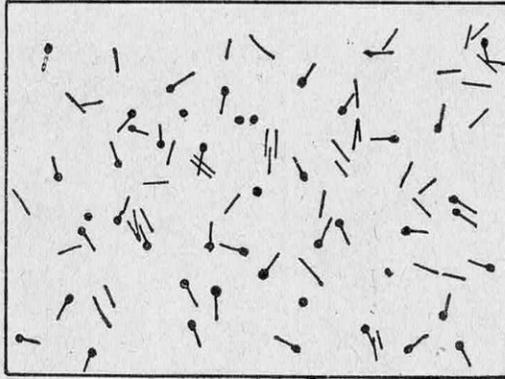


FIG. 2. — LE BACILLE DU TÉTANOS TEL QU'ON L'APERÇOIT AU MICROSCOPE

On voit ici les deux formes de la bactérie : les bâtonnets droits représentent le microbe à l'état normal. Les bâtonnets prolongés d'une sphérule représentent la forme « sporulée » que la bactérie prend comme défense contre la sécheresse, la température, et qui lui permet aussi de résister victorieusement aux ultra-pressions.

énormes de 17 000 à 19 000 atmosphères.

Et maintenant, voici les *venins* sécrétés par les glandes de certains animaux, qui sont, par rapport aux toxines, ce que sont les diastases de la digestion organique par rapport aux diastases des microbes de fermentation. Les venins devaient, eux aussi, révéler pour les mêmes motifs une grande résistance aux ultra-pressions.

Cela n'a pas manqué.

Le mystère biologique des « bactériophages » paraît s'élucider par la méthode des ultra-pressions

L'intervention des ultra-pressions permettant désormais au microbiologiste de distinguer avec assurance, d'une part, les diastases et les toxines et, d'autre part, les virus invisibles, le docteur Mâchebœuf et ses collaborateurs ont été naturellement incités à appliquer cette méthode aux « bactériophages ». Ces « objets » biologiques — pour adopter l'expression volontairement indé-

cise qui convient à des agents dont on ne connaît pas la nature, bien que leurs effets soient indéniables — les bactériophages ont soulevé la controverse de savoir si ce sont là des diastases ou des êtres microbiens.

Rappelons en deux mots ce que sont les « bactériophages » découverts en 1915 par le docteur F. d'Hérelle. Ce savant a constaté qu'au moment où un malade atteint de la dysenterie bacillaire entre en convalescence, il apparaît dans le contenu intestinal un « principe » possédant la propriété de dissoudre le microbe responsable de la maladie. On dirait, en conséquence, que l'évolution de la maladie infectieuse tend à créer un agent bienfaisant destiné à combattre le microbe pathogène qui en est la cause. Ce « principe », F. d'Hérelle l'a nommé « bactériophage », sans pouvoir définir sa nature. Par contre, il en a isolé des « cultures » pour un grand nombre de maladies infectieuses : les bacilles

typhiques *coli*, les bacilles pesteux, les vibrions cholériques, etc... ont donné lieu à l'isolement par d'Hérelle de leurs agents « bactériophages » spécifiques et, par là même, à la création d'une thérapeutique nouvelle dont les progrès se sont développés à grands pas. Après avoir travaillé en Egypte et dans l'Inde, F. d'Hérelle étudie aujourd'hui à l'Institut de Perfectionnement médical de Tiflis créé sur son instigation par le gouvernement de l'U. R. S. S. Les Instituts du « Bactériophage » se multiplient en Russie exactement comme naguère en France les Instituts Pasteur. La découverte de d'Hérelle est, en effet, du même ordre de bienfaisance que celles de Pasteur. C'est dire l'immense

intérêt que présente le problème du bactériophage.

Divers « bactériophages » préparés suivant la technique de F. d'Hérelle ont été soumis par le docteur Mâchebœuf, M. et M^{me} Wolman, à l'épreuve des ultra-pressions. Le résultat ne semble laisser aucun doute : tous les échantillons soumis à l'expérience

ont été facilement « inactivés » par les ultra-pressions. Ils se comportent exactement comme les virus invisibles. Leur résistance à la pression est « très inférieure à celle de la diastase la plus sensible », c'est-à-dire, en ce qui concerne les expériences du docteur Mâchebœuf, la « lipase pancréatique », laquelle succombe à 9 000 atmosphères.

Il résulte de cette expérience que les bactériophages ne semblent plus devoir être rattachés au groupe des « diastases », mais plutôt à celui des ultra-virus, dont les agents ne sont autres que des microbes échappant simplement à l'observation du microscope le plus puissant.

Cette conclusion confirme rigoureusement la théorie à laquelle s'était arrêté le docteur F. d'Hérelle, qui voit dans le bactériophage un être réellement vivant puisqu'il se reproduit et prolifère dans un milieu de culture convenable.

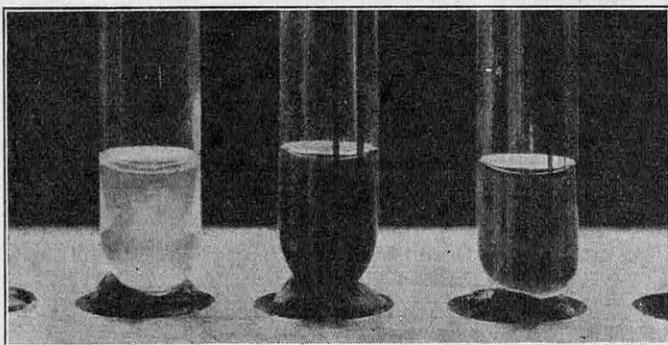


FIG. 3. - L'EFFET DES ULTRA-PRESSIONS SUR UNE DIASTASE

De droite à gauche. — Le premier tube contient une lactase qui a été peu pressée : elle réagit faiblement à la teinture de gaïac (bois très dur et résineux d'Amérique). Le second tube contient la même diastase sans qu'elle ait été pressée : elle réagit fortement à la même teinture. Le troisième tube contient la diastase après traitement à l'ultra-pression : elle ne réagit plus du tout.

La nature du cancer va-t-elle s'éclairer par la méthode des ultra-pressions ?

Devant la fécondité de la méthode des ultra-pressions, le docteur Mâchebœuf et ses collaborateurs ont pensé qu'elle pourrait également fournir quelques lumières sur la nature des tumeurs cancéreuses.

Ils ont donc soumis à des pressions variées des fragments de tumeurs cancéreuses diverses du rat et de la poule, qui sont les animaux prédestinés à l'étude méthodique du cancer. De sept tumeurs étudiées, le Sarcome de Rous (un cancer de la poule) a seul « résisté » à la pression cependant peu élevée de 2 000 atmosphères. Autrement dit, le tissu du Sarcome ainsi traité pouvait encore donner lieu à une greffe cancéreuse : les autres, au contraire, étaient stériles, leur greffe ne proliférait pas. Et le Sarcome de Rous lui-même, traité à 4 000 atmosphères devenait stérile à son tour.

« L'agent transmissible » du Sarcome de Rous se comportait donc, aux ultra-pressions, comme un ultra-virus. Or, précisément, les « filtrats » du Sarcome de Rous transmettent la tumeur.

Faut-il conclure de là que la cause du cancer est un microbe invisible ? Pas le moins du monde. Tout au plus, les faits observés permettent de le supposer en ce qui concerne le Sarcome de Rous. Et l'on sait, du reste, que certaines tumeurs végétales sont, en effet, provoquées par une bactérie (*Bacter tumefaciens*). Mais comme aucune des autres tumeurs cancéreuses expérimentées n'était transmissible par greffe lorsque ses tissus avaient été soumis à 2 000 atmosphères, et comme à 2 000 atmosphères, tous les microbes pathogènes, ainsi que les virus invisibles, résistent encore parfaitement, la conclusion qui paraît s'imposer n'est pas celle de la présence d'un microbe dans toutes les tumeurs cancéreuses. Il est plus indiqué de dire que les *cellules du tissu cancéreux* sont détruites purement et simplement par les ultra-pressions — exactement comme les cellules des tissus normaux qui résistent, elles aussi, à 1 700 atmosphères mais ne résistent pas lorsque la pression est portée à 2 000 atmosphères.

On voit, par là, d'une part, que la méthode des ultra-pressions apporte un moyen d'investigation très fécond, mais que, d'autre part, le problème à élucider demeure pendant. C'est qu'il est loin d'être simple. Peut-être, dans la gamme très diverse des tumeurs malignes, les ultra-pressions permettront-elles de distinguer deux espèces :

les microbiennes et les non microbiennes. Quoi qu'il en soit la recherche continue.

L'action des ultra-pressions sur les sérums

Voici maintenant, pour terminer, l'une des plus intéressantes recherches théoriques de la biologie que la méthode des ultra-pressions a permis d'amorcer.

Nous avons dit, en débutant, que le but premier du docteur Mâchebœuf et de ses collaborateurs était de tenter la fabrication de vaccins par le nouvel agent physique mis à leur disposition par la technique de M. James Basset. Cette tentative a échoué : les virus et les bactéries tués ne sont pas devenus des vaccins. Mais, justement, ce fait curieux montre que la mort ou l'atténuation du microbe pathogène par l'ultra-pression n'est pas de même nature que sa mort ou son atténuation par la chaleur ou par un antiseptique.

D'autre part, dans ce problème capital de « l'immunité » conférée par les vaccins, les théories actuelles assignent un rôle de tout premier plan aux substances organiques dites « protéïdes », qui caractérisent le sérum sanguin.

Nos savants de l'Institut Pasteur ne pouvaient manquer de poursuivre les indications fournies par l'expérience et de rechercher l'influence des ultra-pressions sur ces « protéïdes » du sérum.

Ils ont donc soumis le sérum sanguin à des pressions élevées. Ils ont constaté qu'après trente-cinq minutes de traitement à 10 000 atmosphères, le sérum perd sa limpidité et sa fluidité. Il se coagule en une gelée *très ferme*, lactescente. Le caillot ainsi obtenu n'exsude pas, comme les caillots sanguins ordinaires.

A des pressions moins élevées (6 000 atmosphères environ) le sérum devient seulement opalescent, reste liquide, ne se coagule pas. A des pressions encore moins élevées (4 500 à 5 000 atmosphères) l'aspect du sérum reste inchangé. Le phénomène « coagulation » prend donc, sous les ultra-pressions, une allure toute différente de son aspect classique. Et c'est là un phénomène remarquable.

Poussant plus avant la recherche, nos savants ont étudié séparément les deux composés qui caractérisent les protéïdes du sérum, qui sont les « globulines » et les « albumines ». Ces dernières supportent sans modification les plus hautes pressions réalisées (19 000 atmosphères). Mais les *globulines*, au contraire, se coagulent à 7 000

atmosphères. C'est donc aux globulines qu'il convient d'attribuer les modifications présentées par le sérum sanguin sous l'influence des ultra-pressions.

Nous n'entrerons pas dans les clartés d'ordre « physico-chimique » que l'étude, dans cette voie, semble permettre d'atteindre. Rappelons seulement que, d'après les travaux de M. Lecomte du Nouy — qui tendent à rechercher une relation entre le phénomène d'immunité et les caractéristiques physiques des sérums tels que leur viscosité, leur tension superficielle — les phénomènes observés étaient à prévoir. Contentons-nous de relater les faits expérimentaux acquis par le docteur Mâchebœuf et ses collaborateurs. Ce sont des faits dont les conséquences pratiques sont évidentes :

1° Si l'on presse du sérum de cheval à 4 500 atmosphères, il conserve toute sa spécificité « antigénique ».

2° Si l'on presse ce même sérum de cheval à plus de 5 000 atmosphères, ses propriétés spécifiques demeurent intactes dans certaines de leurs particularités, mais disparaissent en ce qui concerne d'autres particularités. C'est ainsi que ce

sérum pressé ne « sensibilise » plus, par exemple, un cobaye vis-à-vis du sérum de cheval non pressé. Par contre, il sensibilise l'animal vis-à-vis du sérum de cheval pressé à plus de 4 500 atmosphères.

Que ces généralités nous suffisent pour comprendre que les ultra-pressions ne détruisent pas simplement les caractères de spécificité du sérum mais qu'elles les modifient, biologiquement.

Quelles sont les conséquences pratiques des travaux aux ultra-pressions touchant la thérapeutique des sérums ?

En poursuivant ces recherches sur des sérums d'animaux « immunisés » contre

diverses infections (diphthérie, tétanos) nos savants ont pu conclure que les activités antitoxiques des sérums ne disparaissent pas, même quand les « globulines » sont coagulées par ultra-pression.

Mais voici un fait encore plus curieux et d'un intérêt immédiat. Si l'on presse des sérums thérapeutiques (1) vers 5 000 ou 6 000 atmosphères, on ne les prive pas de leur bienfaisant pouvoir antitoxique et cependant on modifie complètement leur propriété « anaphylactique ». Qu'est-ce à dire ?

Chacun connaît le danger que présente l'injection d'un sérum vis-à-vis duquel le sujet se trouve déjà « sensibilisé ». Un exemple classique est celui-ci. Certains peuples qui se nourrissent abondamment de viande de cheval, les Cosaques du Don par exemple, ne peuvent être soignés, le cas échéant, par injection d'un sérum thérapeutique fourni par le cheval. La réaction, parfois mortelle, de leur organisme « sensibilisé » au cheval, rentre dans le cas général dénommé « choc anaphylactique ». Il résulte donc des constatations précédentes qu'il suffirait de presser le sérum



FIG. 4. — L'EFFET DES ULTRA-PRESSIONS SUR DES GREFFES DE NÉOPLASMES (TUMEURS) L'œil gauche de ce lapin a reçu une inoculation d'une tumeur en suspension (cancer de Brown-Pearce) pressée à 1 000 atmosphères. Il s'y est développé une tumeur intraoculaire. A droite, l'œil est resté indemne après inoculation d'une même suspension pressée à 1 800 atmosphères.

thérapeutique de cheval à 4 500 atmosphères pour l'injecter sans danger à un sujet déjà sensibilisé au sérum de cheval normal.

La « sensibilisation » étant la marque laissée à l'organisme par un traitement sérique antérieur, on voit la ressource nouvelle qui apparaît. Si un patient se trouve en état de « sensibilisation » par suite d'une injection ancienne du sérum que l'on se propose de lui administrer à nouveau, il suffit de passer à « l'ultra-pressé » la dose nouvelle de sérum pour écarter tout danger de choc « anaphylactique ».

Mais, hélas ! la précaution n'est valable

(1) C'est-à-dire fournis par le sérum d'animaux immunisés contre une maladie infectieuse déterminée.

qu'une seule fois. En vertu de nos explications précédentes, le sérum pressé *sensibilise* à son tour le patient vis-à-vis du sérum pressé. En sorte qu'une seconde injection, ultérieure, de ce même sérum pressé, apporte avec elle, de nouveau, le risque de choc anaphylactique, tout comme le sérum ordinaire vis-à-vis du sérum ordinaire.

Il faut amplifier les moyens techniques des ultra-pressions

Les résultats obtenus par les biologistes en milieu ultra-comprimé confirment, tout compte fait, ceux du chimiste. On retrouve un curieux parallélisme entre l'action des agents physiques dans les réactions chimiques et dans les biologiques.

La pression étant un agent dont l'action est inverse de celle de la température, donc, les hautes pressions ne gênent le phénomène biologique ni plus ni moins que les très basses températures. Les spores desséchées supportent, en effet, sans mourir, le froid de l'air liquide ; de même, les bactéries sporulées supportent les ultra-pressions.

Par contre, ces mêmes « infiniment petits » biologiques sont touchés à mort par la chaleur — encore que les spores du tétanos résistent à la flamme pendant deux ou trois minutes. Les radiations lumineuses de haute fréquence (qui sont à l'énergie rayonnante ce que les hautes températures sont à

l'énergie thermique), ne sont pas moins mortelles aux bactéries.

La mise en œuvre des ultra-pressions est donc bien, pour le biologiste comme pour le chimiste, l'une de ces méthodes « gigognes » dont l'avenir ne saurait être limité. Nul ne peut dire les découvertes qu'en tireront les spécialistes.

Récemment, on annonçait qu'un biologiste russe avait réussi à congeler « à cœur », à la température de l'air liquide, une larve de triton qui, dégelée lentement, s'était mise à revivre. Qui sait si une opération analogue, effectuée dans les mêmes conditions de lenteur, ne pourra pas être réalisée, en ce qui concerne les ultra-pressions, sur un organisme du même ordre de complexité ? La vitesse de compression, qui n'affecte pas les microbes, gêne considérablement les animaux proprement dits ; les cellules normales elles-mêmes sont détruites par l'ultra-pression. Mais qu'advierait-il si le traitement à l'ultra-pression s'effectuait en fonction du temps ?

Cette technique exige d'être amplifiée dans ses moyens. Les ultra-pressions de M. Basset doivent croître en dimensions : ce n'est qu'une question d'argent. L'avenir de la Science exige qu'on lui consente tous les sacrifices nécessaires pour mener à bien les expérimentations en cours.

JEAN LABADIÉ.

Après le Syndicat des Fabricants de soieries de Lyon qui réclame la « protection » vis-à-vis des produits étrangers, les industriels de la bonneterie de Troyes (du bouton de nacre notamment) sont menacés — après tant d'autres — par les importations en provenance du Japon (surtout), de l'Italie, de la Tchécoslovaquie. Aujourd'hui, la qualité supérieure du bouton français — qui coûte de plus en plus cher — ne suffit plus à l'imposer à une clientèle qui se contente maintenant de produits médiocres, mais « bon marché ». C'est ainsi que le bouton nippon en nacre est vendu en France moins cher que le bouton fabriqué en France (9 f 56 contre 12 f 56). Le bouton de corozo, le bouton de caséine, le bouton de métal, tous d'origine étrangère, envahissent en 1937 notre marché intérieur, en dépit des droits protecteurs, à cause de l'augmentation de nos prix de fabrication (70 % rien que pour la main-d'œuvre). En ce qui concerne le bouton de nacre du Japon, nous sommes victimes d'un véritable « dumping », puisque ce pays nous vend l'objet fabriqué presque au prix de la matière première : 5 f prix de vente nippon, alors que la matière première revient à la production française à 3 f plus 2 f de droits de douane, soit 5 f au total.

LA FRANCE UTILISERA-T-ELLE SES LIGNITES POUR FABRIQUER UN CARBURANT NATIONAL ?

LES procédés de pyrogénéation des matières carbonées (combustibles naturels considérés comme *imparfaits*, tels que lignites, tourbes) étudiés en vue de l'obtention de carburants de remplacement dans les pays dépourvus de carburants liquides naturels (naphte), présentent pour notre économie nationale un intérêt primordial. C'est ainsi que, depuis trois ans bientôt, une nouvelle méthode de carbonisation, due à un Français, M. Michot-Dupont, a été mise au point en vue de son application industrielle. Or l'expérience paraît maintenant favorable à ce procédé qui jusqu'ici se heurtait à de sérieuses difficultés techniques aujourd'hui résolues.

Il s'agit, comme l'on sait (1), de valoriser les *goudrons primaires* provenant de la carbonisation à basse température des lignites, tourbes, schistes, etc., combustibles évidemment imparfaits mais assez répandus sur notre territoire (2). C'est grâce à une ingénieuse opération dite de *méthylation*, qui transforme les phénols (3) en carbures

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 211, page 76.

(2) Le lignite, ou les lignites, sont répartis en France sur un grand nombre de points du territoire. Il y en a de bons et de mauvais gisements, comme pour tous les combustibles liquides ou solides. Certains présentent d'onéreuses difficultés d'exploitation ; d'autres, au contraire, autorisent des prix de revient assez bas, suivant leur situation géologique, géographique et leur richesse (depuis le bois fossile jusqu'à des combustibles voisins de la houille). Actuellement, la superficie des mines de lignite concédées dépasse 100 000 hectares et représente un tonnage de plus d'un million de tonnes extraites. C'est le bassin de Fuveau (près d'Aix, Bouches-du-Rhône) qui en fournit le plus et de la meilleure qualité (voir Brunswick, Congrès des Combustibles liquides, communication sur les gisements français et étrangers de lignites). Voici, du reste, d'après les derniers renseignements recueillis, les principaux gisements de lignite existant en France avec leur capacité d'extraction approximative en 1936 : Bouches-du-Rhône, 632 000 t ; Gironde, 176 000 t ; Basses-Alpes, 80 000 t ; Gard, 19 000 t. Les gisements français ne sont pas comparables aux gisements allemands, par exemple. Celui de Cologne est célèbre (30 à 80 m de puissance exploitable à ciel ouvert). En Allemagne centrale, il en existe un autre presque aussi riche, celui d'Oberlaunitz qui renferme une couche d'un seul tenant épaisse de 90 à 95 m. Nos gisements sont, au contraire, peu exploités et l'estimation de nos réserves

aromatiques, que ce résultat a été obtenu, car non seulement elle élimine ces composés phénoliques nuisibles, mais encore améliore le rendement en huile, en augmentant considérablement la teneur en essence légère et en autorisant par suite le « cracking » ou hydrogénation des fractions les plus denses provenant de ce traitement des lignites.

De plus, cette méthylation offre un avantage qui n'est certes pas négligeable, celui de se débarrasser du soufre, élément également nuisible dans les produits commerciaux. On sait que les gisements de lignite de l'Aude, de l'Hérault, notamment, sont en effet malheureusement riches en soufre. On récupère d'ailleurs ce soufre, sous-produit de valeur qui peut remplacer les pyrites pour la fabrication de l'acide sulfurique, sans être obligé d'acquiescer ce minerai à l'étranger (Espagne).

Ainsi le procédé Michot-Dupont permettrait, exploité à l'échelle industrielle, de préparer de l'essence (ce qui est le point

encore bien aléatoire. Certains géologues les évaluent à environ 2 millions de t pour notre territoire métropolitain et, à ce point de vue, le bassin de Fuveau compte dans ce total pour au moins la moitié. Dans la vallée du Rhône, on trouve du lignite d'assez bonne qualité (près Melan, Basses-Alpes). Voici à toutes fins utiles quelques-uns des gisements les plus importants : Fuveau (Bouches-du-Rhône), Manosque (Basses-Alpes), Lалуque (Landes), La Caunette (Hérault), Saint-Lon (Landes), Entrevernes (Haute-Savoie), Lincel (Basses-Alpes), dont la valeur varie évidemment avec la composition (eau, cendres, matières volatiles) et le rendement (température de distillation, gaz en m³, goudrons et benzols en kg, coke, etc.).

On voit que le sujet mérite d'être étudié au point de vue de l'économie industrielle, et il serait désirable que la Direction des Mines dresse, en quelque sorte, l'inventaire de nos ressources en lignites (carte des gisements, réserves possibles, extraction actuelle) en tonnage et en rendement au point de vue de la valeur qualitative de chacun des divers lignites analysés, en particulier pour les plus abondants de l'Aude, de l'Hérault et des Bouches-du-Rhône.

(3) Au point de vue pratique, il s'agissait d'éliminer précisément les dérivés phénoliques qui nuisent à la qualité commerciale des produits, ce qui jusqu'ici n'avait pas été réalisé industriellement, d'où impossibilité d'appliquer la méthode pratiquement (corrosion des appareils, diminution du pouvoir calorifique, etc).

capital) et d'utiliser comme sous-produit le soufre pour la fabrication de l'un des acides les plus répandus dans la grande industrie.

Sans entrer ici dans des détails opératoires — que seuls des chimistes spécialisés doivent connaître, — retenons qu'au point de vue national il deviendrait ainsi possible d'utiliser des matières carbonées naturelles de notre propre sol (lignites, tourbes et autres s'il y a lieu), pour nous procurer des produits organiques que nous devons importer — à prix d'or — de l'étranger. Rien ne dit du reste qu'en cas de conflit armé nous puissions nous les procurer même en les payant en devises appréciées. Le procédé présenté ci-dessus pour la carbonisation des lignites notamment, fournit aussi du benzène, précieux carbure de l'hydrogène de la série aromatique (série cyclique) qui constitue précisément un produit indispensable à nos fabrications de guerre ; la mélinite n'est-elle pas un dérivé nitré de ce carbure benzénique ? Il en est de même du toluène, autre carbure aromatique également obtenu dans les mêmes conditions que ce benzène et qui donne, par nitration, la tolite (explosif puissant) ; avec le métaxylène on obtient de la xylite. Ce sont des explosifs particulièrement *brisants*.

Quant à l'essence obtenue — but principal de l'opération (1) — elle répond précisément à ces qualités qu'exigent les moteurs à carburation « modernes », au point de vue de la résistance à la détonation (haute compression). L'addition de carbures aromatiques à un carburant tel que l'essence de pétrole permet en effet d'atteindre ce résultat (2).

(1) Le procédé dont nous venons d'exposer brièvement le mécanisme est susceptible de présenter un résultat économique indéniable, puisque grâce à ce nouveau mode opératoire semi-industriel, il devient possible de tirer parti de combustibles imparfaits, tels que les lignites, les tourbes. Les travaux de mise au point de ce procédé effectués par l'inventeur M. Michot-Dupont ont surtout permis :

1° d'éliminer totalement les phénols des fractions distillées et d'accroître ainsi le rendement en carbures de la série aromatique (benzène, etc).

2° de supprimer les produits instables qui provoquaient la formation de gommages nuisibles à la qualité des huiles obtenues ;

3° d'accroître la quantité de goudrons, produits rémunérateurs par suite des dérivés qu'on en extrait ;

4° de réduire au minimum dans les huiles condensées les portions moyennes, ce qui permet de récupérer les portions légères aromatiques, indétonantes pour les moteurs à explosion et les portions plus lourdes susceptibles d'être transformées en combustibles liquides pour les moteurs à combustion interne (genre Diesel), ou en huiles de graissage, les uns et les autres constituant des produits commercialement rémunérateurs ;

5° Comme ce procédé aboutit à un excellent rendement en carbures aromatiques (toluène, xylène), constitue un moyen industriel de se procurer ces

Le professeur Pascal, de la Sorbonne, estimait récemment qu'avec ce nouveau procédé de carbonisation des lignites, il serait même possible de fabriquer une quantité suffisante de carbures aromatiques pouvant entrer dans une formule nouvelle de « carburant national ». Il l'a évaluée à 300 000 t environ rien que pour les besoins des automobiles de tourisme.

Rappelons que toutes nos ressources en carburant *spécifiquement d'origine française* ne peuvent donner globalement que 80 000 t de benzol par an en provenance et de nos cokeries et de nos usines à gaz. La Commission de carbonisation créée en France a de son côté évalué nos réserves en lignites, sur notre propre territoire, à plus de 2 milliards de tonnes : on voit donc que nos ressources, à ce point de vue, sont loin d'être négligeables pour produire la calorie liquide dont nous avons tant besoin et destinée à nos moteurs, et les produits chimiques réclamés par le Service des Poudres de l'Etat. Certains spécialistes des Mines ont même parlé de 10 milliards de tonnes ! Telle serait la solution économiquement pratique à laquelle pourrait conduire l'application industrielle de ce nouveau procédé de synthèse par méthylation dans des usines nationales spécialement construites à cet effet, avec des capitaux fournis par l'Etat. Dans cet ordre d'idée, les industries nationales de l'azote ne constituent-elles pas déjà, à cet égard, un précédent ?

En résumé, on peut affirmer que nous nous trouvons en présence d'un procédé nouveau de distillation à basse température

matières premières nécessaires à la fabrication des explosifs, matières colorantes, dissolvantes ;

6° Les portions lourdes obtenues au cours des opérations peuvent être économiquement « craquées » ou « hydrogénées », comme pour les produits en provenance des pétroles naturels ;

7° Nous avons vu que le soufre (élément nuisible) était éliminé par cette méthode ; celui-ci, une fois récupéré, pourrait servir à préparer l'acide sulfurique ordinaire ou concentré (oléum) ;

8° Il se forme encore, en outre, au cours des opérations, du coke, du brai, du gaz à pouvoir calorifique élevé et, enfin, point à ne pas négliger, un mélange de produits aromatiques, en fin de distillation, qui pourrait être utilisé comme indétonant dans un carburant ternaire (essence, alcool, composés aromatiques) convenant aux moteurs modernes et obtenus à bas prix. L'avenir confirmera sans doute ces vues, du point de vue pratique, lorsque — et c'est là le critère — le procédé sera passé du plan semi-industriel sur celui de l'industrie proprement dite. Tout problème économique doit en arriver là.

(2) En aviation, la présence du toluène qui accompagne la production de l'essence synthétique par ce procédé améliore le carburant, car ce carbure se congèle à assez basse température (— 90° C) et est un excellent antidétonant.

(méthylation) qui consiste à distiller des lignites ou des tourbes après les avoir imprégnés de réactifs appropriés (ici solution d'acétate de chaux et de carbonate de soude). Dans de telles conditions, les réactions de pyrogénéation aboutissent avantageusement — et c'est là un point capital — au remplacement des produits phénoliques (nuisibles) par des carbures aromatiques méthylés (utiles) dans lesquels le radical CH^3 (radical méthyl) se substitue au groupement fonctionnel OH (caractéristique des phénols). Ces carbures aromatiques méthylés possèdent d'intéressantes propriétés en vue de leur utilisation comme carburants de *qualité* (indétonants et unisseurs, etc.). Ajoutons que dans les produits de distillation *plus légers* on trouve des carbures tels que le toluène, les xylènes, qui sont à la base même de la fabrication des explosifs modernes

obtenus par nitration. A ce propos (1), l'auteur a affirmé que le lignite méthylé permettrait de charger 40 obus de 75, alors que par l'ancien procédé (dérivés de la *houille*) le nombre des projectiles est seulement de 2 par tonne de charbon ! Ces quelques renseignements intéressent certainement même ceux de nos lecteurs peu préparés à l'étude de la chimie pure ou appliquée qui, à tort ou à raison, passe pour quelque peu rébarbative. Mais qu'ils n'oublient pas que la chimie organique synthétique a bouleversé le monde moderne.

(1) Dans les brevets pris à l'origine par l'inventeur entre 1930 et 1932, on trouve le détail de l'appareillage et des opérations mises en œuvre ainsi que la liste des produits fournis au cours des traitements : goudrons de lignites, huiles, essences de cracking et d'hydrogénation, brai, coke, gaz, soufre en provenance de la matière première traitée : le lignite. Ces méthodes s'appliquent également à la tourbe, au schiste, par un mécanisme interne de réactions analogue.

Dans une traduction intégrale d'un remarquable mémoire sur la navigation substratosphérique de l'Américain D. W. Tomlinson (*R. A. A.*, n° 91, 1937), l'auteur a passé en revue certains problèmes — particulièrement délicats à résoudre — que soulève la navigation aux hautes altitudes. Parmi les solutions les plus intéressantes examinées dans cette étude, nous retiendrons *le contrôle de la carburation* qui constitue l'un des points les plus importants. En effet, la combinaison d'un moteur suralimenté et d'une hélice à nombre de tours constant nécessite un système efficace de contrôle de la carburation pour obtenir — suivant les conditions dans lesquelles se trouve l'avion — la puissance la plus élevée et le régime le plus économique. Il n'existe pas encore de mécanisme de contrôle qui règle *automatiquement* la carburation, à la vitesse de croisière au-dessus de l'altitude critique. Actuellement, le moyen le plus pratique pour exercer ce contrôle consiste à utiliser les *variations de conductibilité électrique* d'un fil porté au rouge par les gaz d'échappement. Comme de la proportion d'oxyde de carbone et d'anhydride carbonique existant dans le pot d'échappement dépend leur température, il en résulte que les variations de conductibilité (1) du fil porté au rouge indiquent directement au pilote la proportion à adopter pour le mélange d'air et d'essence en vue de réaliser une combustion *aussi complète que possible*. D'autre part, afin d'éviter le givrage aux altitudes élevées, on emploie un dispositif de réchauffage de l'air du carburateur utilisant précisément la chaleur de l'échappement ; pour contrôler le degré de réchauffage, on utilise un thermocouple — placé dans le venturi (2) du carburateur — et un thermomètre disposé entre le compresseur et le carburateur. Celui-ci est relié à un altimètre très sensible. En comparant les indications de cet altimètre (3) avec celui de l'avion, on vérifie immédiatement le taux de surcompression. Grâce à cette ingénieuse installation, le contrôle des conditions dans lesquelles fonctionnent les moteurs de l'avion — quelles que soient les circonstances — peut s'effectuer rapidement avec précision et d'une façon continue.

(1) Un simple pont de Wheastone, bien connu de tous les électriciens, suffit à effectuer cette mesure.

(2) On appelle « venturi » l'ajutage convergent-divergent qui sert à diffuser le mélange carburé. Dans la partie étranglée se produit un accroissement de vitesse et, par suite, une augmentation de débit.

(3) L'altimètre Kollsmann est actuellement l'un des instruments les plus sensibles qui existent.

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

SYNTHÈSE CHIMIQUE ET ÉCONOMIE MONDIALE...

Par Roger SIMONET

AGRÉGÉ DES SCIENCES PHYSIQUES

Pour expliquer l'élaboration des substances organiques au sein des organismes vivants, on a cru pendant longtemps à cette intervention — obligatoire — d'une force quasi mystérieuse. C'était la fameuse « force vitale » admise par nos pères. En 1842, le chimiste français Gerhardt écrivait en effet : « Le chimiste fait tout l'opposé de la matière vivante, il brûle, détruit, opère par analyse ; la force vitale opère par synthèse ; elle reconstitue l'édifice abattu par les forces chimiques ». Depuis cette époque, les idées ont changé : Marcelin Berthelot, le découvreur de la synthèse des composés organiques, écrivait vers 1860, à son tour : « La synthèse chimique reproduit les corps naturels et tire chaque jour du néant des milliers de composés que la Nature n'avait jamais connus, qui font la richesse et la prospérité des nations et qui accroissent sans cesse le bien-être de l'espèce humaine ». C'est en puissance dès cette époque toute l'immense production des combustibles liquides synthétiques, des produits pharmaceutiques, des engrais, des parfums, des matières colorantes, du caoutchouc, tous produits artificiels nés de la synthèse chimique. Dans ce magnifique Palais de la Découverte de l'Exposition de 1937, on peut voir rassemblés des « appareillages » parfois extrêmement compliqués pour effectuer sous les yeux des visiteurs les expériences les plus démonstratives parce que les plus caractéristiques des réactions chimiques d'une portée générale qui, transposées à l'échelle industrielle, ont créé l'armature économique de notre civilisation contemporaine.

Qu'est-ce que la synthèse chimique ?

QU'ENTEND-ON par synthèse chimique ? La synthèse d'un corps est l'opération par laquelle on le forme, en unissant les substances qui le composent. C'est ce qu'il est aisé à comprendre au moyen de quelques exemples.

La décomposition de l'eau en ses éléments fournit de l'hydrogène et de l'oxygène, dans la proportion de deux volumes du premier pour un volume du second. Si, inversement, on fait un mélange de deux volumes d'hydrogène pour un volume d'oxygène et qu'on soumette ce mélange gazeux à l'action de l'étincelle électrique, l'hydrogène et l'oxygène disparaissent pour former de l'eau. On dit qu'on a réalisé la *synthèse de l'eau* (1).

De même, dans un mélange fait à volumes égaux des gaz hydrogène et chlore et exposé à une faible lumière diffuse, on voit disparaître peu à peu la teinte jaune verdâtre caractéristique du chlore. Le mélange chlore

et hydrogène est devenu une substance nouvelle : le gaz chlorhydrique (1).

Enfin, troisième exemple, si on chauffe un mélange pulvérulent formé de 32 g de fleur de soufre et de 56 g de limaille de fer (ou des multiples ou sous-multiples de ces nombres), on obtient, comme résultat de l'opération, un corps nouveau : du sulfure de fer, dont on a ainsi fait la synthèse.

Parmi toutes les opérations de ce genre, il en est une qui doit particulièrement retenir notre attention, car elle met bien en lumière tout l'intérêt que présente la synthèse chimique. En unissant sous l'action de l'arc électrique le carbone et l'hydrogène, pris à l'état libre, Berthelot a obtenu l'*acétylène* (2). Ce corps présente une importance énorme comme point de départ de la synthèse des composés organiques ; en effet, par réunion — on dit condensation ou polymérisation (3) — de plusieurs molécules, on produit la *benzine* (4), le *styrolène* et la *naph-*

(1) L'opération peut se résumer dans la formule $2H^2 + O^2 \rightarrow 2H^2O$ (eau). Dans la notation chimique, H^2 , O^2 , H^2O (à l'état de vapeur) représentent 22,4 l de fluide mesurés à 0° C et sous une pression équilibrée par 76 cm de mercure.

(1) $H^2 + Cl^2 \rightarrow 2HCl$ (acide chlorhydrique).

(2) $2C + H^2 \rightarrow C^2H^2$ (acétylène).

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 146, page 121.

(4) $3C^2H^2$ (acétylène) $\rightarrow C^6H^6$ (benzine).

taline, l'éthane, puis le méthane ; par addition d'azote ou d'oxygène, on obtient les acides cyanhydrique, oxalique, le méthanoïque (formique) et l'éthanoïque (acétique) ; par une autre opération, cette fois hydratation, on passe encore à l'éthanal (acétaldéhyde).

La synthèse alcoolique : méthanol et éthanol

La synthèse du méthanol (alcool méthylique), présentée au Palais de la Découverte, consiste, en principe, dans l'union de deux volumes d'oxyde de carbone et de quatre volumes d'hydrogène, fournissant deux volumes de méthanol (1).

Cette synthèse semble, en principe, n'être pas plus difficile que celle de l'ammoniac, dont nous parlerons ensuite. La réalisation des deux réactions exige, effectivement, les mêmes conditions : une pression élevée et un agent catalytique. En réalité, les choses ne se passent pas simplement. Il y a moins de trente ans, les deux grands savants spécialistes de la catalyse (2), MM. Sabatier et Senderens, déclaraient n'avoir pu obtenir la moindre trace de méthanol par combinaison de l'oxyde de carbone et de l'hydrogène. Une réaction dégageant plus de chaleur que

celle qu'ils désiraient se produisait et libérait du méthane (1).

Les techniques actuellement employées pour opérer la synthèse du méthanol comportent le passage sur des agents catalytiques appropriés (certains métaux, leurs oxydes et les sels connus pour provoquer les hydrogénations) sous pression élevée (200 atmosphères dans certaines techniques, 800 dans d'autres) à des températures de l'ordre de 300 à 400° C, de mélanges gazeux, composés suivant les proportions ci-dessus indiquées. La vitesse de passage des gaz sur le catalyseur doit être suffisamment rapide et la température assez basse pour ne pas permettre aux réactions secondaires s'accompagnant de la formation de méthane et d'anhydride carbonique de prendre naissance.

Veut-on un exemple de synthèse encore plus complexe et industrialisée dans ces dernières années ? Il nous sera donné par la synthèse de l'éthanol (alcool éthylique ou alcool de vin). La voici : sur l'acétylène, préparé à partir du carbone et de l'hydrogène, on fixe au rouge sombre l'hydrogène, ce qui donne de l'éthylène (2).

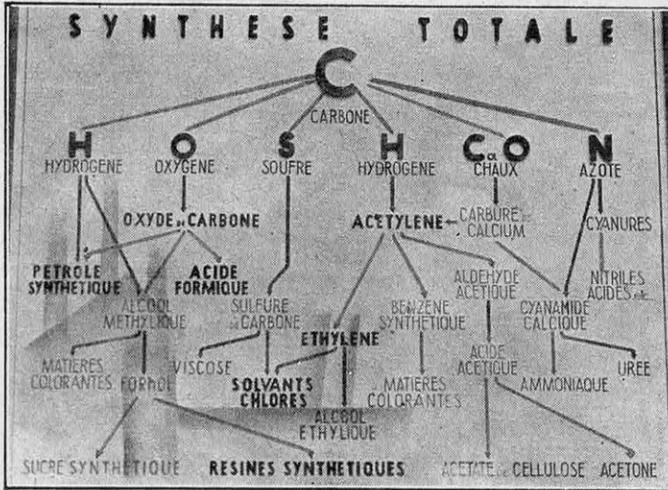


FIG. 1. — TABLEAU SCHÉMATIQUE DE LA SYNTHÈSE TOTALE DES PRODUITS ORGANIQUES A PARTIR DE L'ÉLÉMENT FONDAMENTAL : LE CARBONE

Les combinaisons du carbone avec l'oxygène, le soufre, l'hydrogène et la chaux fournissent, respectivement, l'oxyde de carbone, le sulfure de carbone, l'acétylène et le carbure de calcium. Par hydrogénation ou oxydation, on passe de l'oxyde de carbone au pétrole synthétique, à l'acide formique et à l'alcool méthylique, ce dernier étant le point de départ de la synthèse de nombreuses matières colorantes, du formol et, par suite, de sucre synthétique et des résines synthétiques. Le sulfure de carbone intervient dans la fabrication de la viscose et, avec l'éthylène (dérivé de l'acétylène par hydrogénation), dans celle des solvants chlorés. La fixation d'hydrogène et d'oxygène (d'eau, en définitive) sur l'éthylène, donne l'alcool éthylique. La « condensation » de trois molécules d'acétylène conduit au benzène synthétique d'où dérivent de multiples matières colorantes. L'hydrogénation et l'oxydation, en proportions convenables, de l'acétylène conduit, successivement, à l'aldéhyde acétique, à l'acide acétique, à l'acétate et à l'acétone. La décomposition par l'eau (l'hydrolyse) du carbure de calcium donne l'acétylène. La fixation d'azote sur le carbure de calcium conduit à la cyanamide calcique et, de là, à l'ammoniaque et à l'urée. Enfin, la combinaison du carbone et de l'azote est à l'origine de la synthèse des cyanures, des nitriles acides, etc. Ainsi, à partir des éléments chimiques les plus simples, se trouve réalisée la synthèse complète de multiples composés.

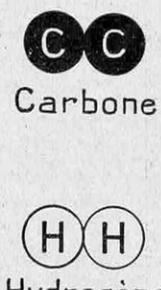
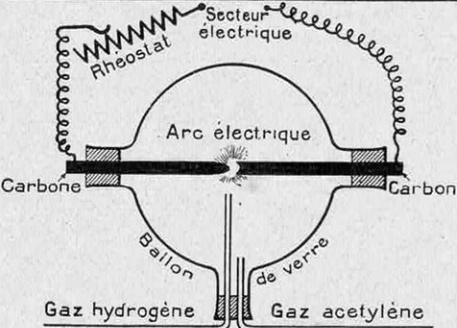
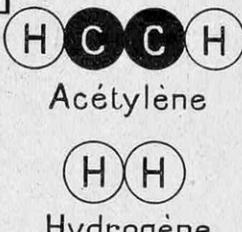
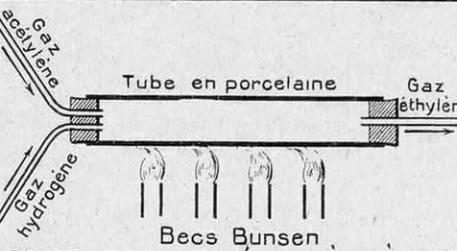
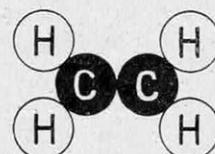
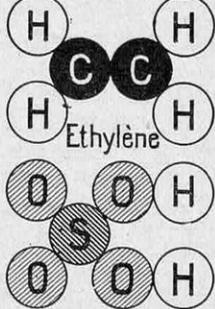
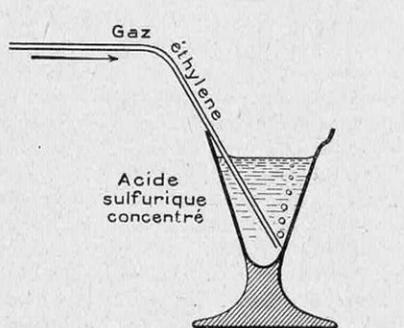
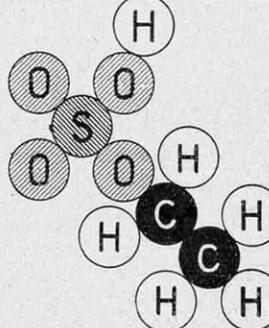
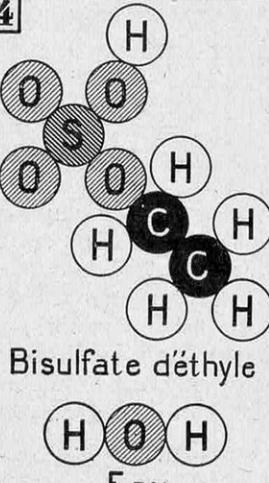
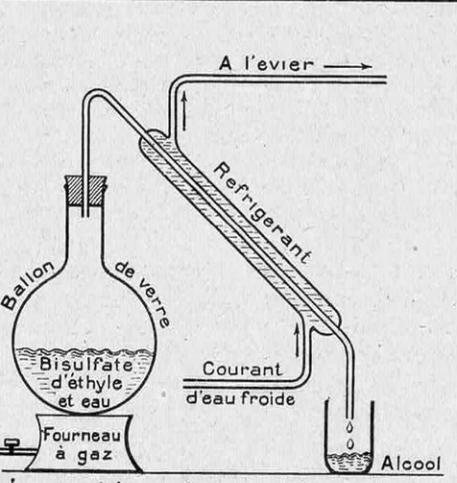
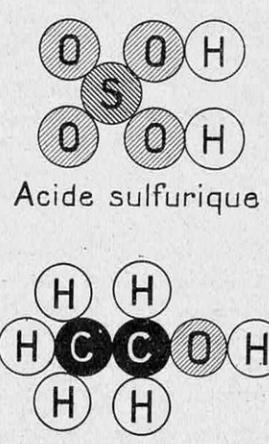
(1) CO (oxyde de carbone) + $2 H^2 \rightarrow HCH_2OH$ (alcool méthylique ou méthanol).

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

(1) Suivant la formule $2 CO + 2 H^2 \rightarrow C^2 H^4$ (méthane) + CO^2 (anhydride carbonique).

(2) $C^2 H^2$ (acétylène) + $H^2 \rightarrow C^2 H^4$ (éthylène).

LES 4 ÉTAPES DE LA SYNTHÈSE TOTALE DE L'ALCOOL (1862)

Corps mis en présence	Dispositifs expérimentaux	Produits de la réaction
<p>1</p>  <p>Carbone</p> <p>Hydrogène</p>	 <p>Synthèse de l'acétylène à 3600°</p>	 <p>Acétylène</p>
<p>2</p>  <p>Acétylène</p> <p>Hydrogène</p>	 <p>Synthèse de l'éthylène à 1300°</p>	 <p>Ethylène</p>
<p>3</p>  <p>Ethylène</p> <p>Acide sulfurique</p>	 <p>Action de l'éthylène sur l'acide sulfurique</p>	 <p>Bisulfate d'éthyle</p>
<p>4</p>  <p>Bisulfate d'éthyle</p> <p>Eau</p>	 <p>Décomposition du bisulfate d'éthyle par l'eau</p>	 <p>Acide sulfurique</p> <p>Alcool ordinaire</p>

Cet éthylène, absorbé par agitation prolongée avec l'acide sulfurique concentré, donne le sulfate acide d'éthyle (1). Décomposée par l'eau, cette dernière substance laisse, par distillation, dégager les vapeurs d'alcool (2). Et si l'on se souvient que l'alcool était produit industriellement, jusqu'à ces derniers temps, uniquement par l'action des levures organisées sur les moûts sucrés d'origine organique, la série des opérations ci-dessus effectuées à partir du charbon, de l'hydrogène, de l'oxygène a permis de fabriquer de toutes pièces, à partir des corps simples minéraux, une substance qui est naturellement d'origine purement organique. L'oxydation ultérieure de l'alcool éthylique par l'air, en présence de la mousse de platine, donne l'éthanal, puis l'éthanoïque dont l'importante synthèse est ainsi réalisée (3).

La synthèse des carburants par le procédé Fischer-Tropsch

Après la guerre, le professeur Franz Fischer, directeur du Kaiser-Wilhelm-Ins-

(1) $C^2 H^4$ (éthylène) + $SO^4 H^2$ (acide sulfurique) \rightarrow $SO^4 HC^2 H^5$ (sulfate acide d'éthyle).

(2) $SO^4 HC^2 H^5$ (sulfate acide d'éthyle) + $H^2 O$ (eau) \rightarrow $SO^4 H^2$ (acide sulfurique) + $C^2 H^5 OH$ (alcool éthylique).

(3) L'éthanoïque est employé notamment dans la fabrication de la rayonne à l'acétate, la synthèse du caoutchouc, la préparation de l'acétone.

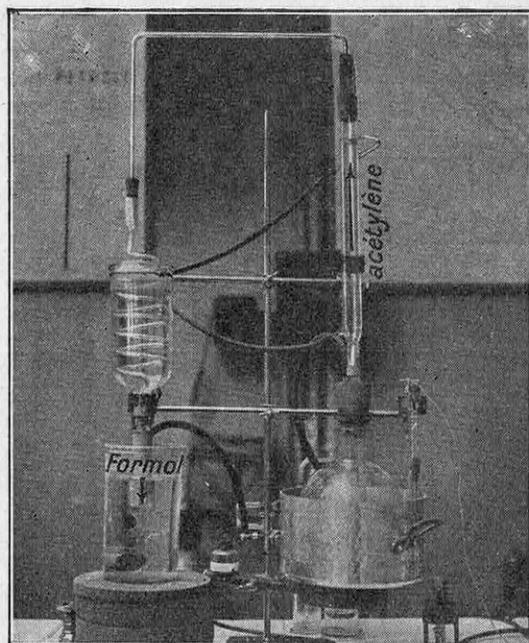


FIG. 3. — VOICI, A PARTIR DE L'ACÉTYLÈNE FABRIQUÉ CI-CONTRE, LA SYNTHÈSE DU FORMOL.

L'eau hydrate l'acétylène en donnant de l'acétaldéhyde ou formol, très employé industriellement pour de nombreuses synthèses de substances organiques, pour le tannage du cuir, en photographie et aussi comme désinfectant en pharmacie.

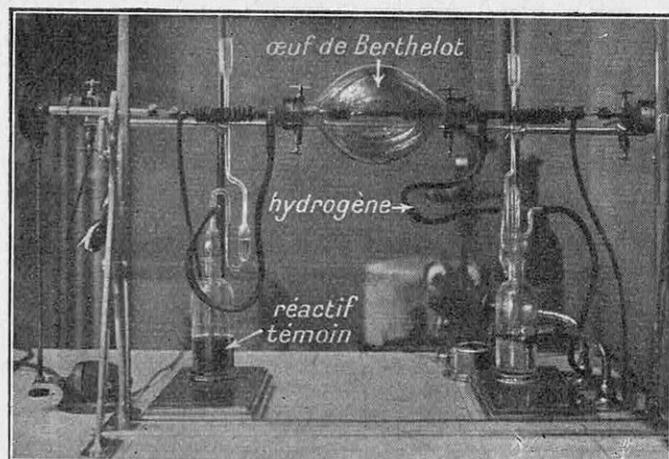


FIG. 2. — VOICI LA SYNTHÈSE DE L'ACÉTYLÈNE, TELLE QU'ELLE EST RÉALISÉE, D'APRÈS BERTHELOT, AU PALAIS DE LA DÉCOUVERTE (VOIR AUSSI PAGE CI-CONTRE)

La synthèse de l'acétylène (éthine dans la nouvelle nomenclature), est obtenue par passage d'un courant gazeux d'hydrogène dans un vase ovoïde en verre (œuf de Berthelot) où jaillit un arc électrique, entre deux crayons de charbon. L'acétylène formé provoque la formation du précipité caractéristique rouge-cuivre d'acétylène cuivreux dans le réactif témoin. Cette synthèse, réalisée par Berthelot, a eu une grande importance historique, parce que c'était la première synthèse d'un hydrocarbure très simple.

titut à Mülheim-Ruhr, a entrepris des recherches, en collaboration avec le docteur Tropsch. Leurs travaux publiés en 1923 et 1924, dans la revue *Brennstoff-Chemie*, sont une mise en œuvre minutieuse des brevets de 1913 de la « Badische », relatifs aux tentatives de synthèse du méthanol. Le professeur Fischer déclare qu'il essaya de réaliser la technique décrite dans lesdits brevets, mais qu'il rencontra d'insurmontables difficultés qui l'empêchèrent d'obtenir les résultats promis.

Ainsi, au lieu d'hydrocarbures, la réaction produit, aussi bien dans la couche huileuse que dans la couche aqueuse du condensat, un mélange complexe de composés, auquel fut donné le nom de *synthöl* ou *huile synthétique* et qui comprenait les corps suivants : méthanoïque, méthanol, propanal (aldéhyde propylique), éthanoïque, propanoïque (acide propylique), acide isobu-

tylique, acétone, méthyléthylcétone. Franz Fischer et Tropsch ont ainsi obtenu l'hydrogénation et la condensation des chaînes carbonées, en partant d'un corps simple comme l'oxyde de carbone. Ces savants, par hydrogénation sous pression du « synthöl », sont, ensuite, parvenus aux hydrocarbures saturés.

Les synthèses ammoniacale et nitrique

Une autre synthèse, non moins capitale, est celle du gaz ammoniac, à partir de ses

trois volumes d'hydrogène, pour donner deux volumes de gaz ammoniac (1).

On pourrait croire, conformément aux principes de la thermochimie, cette union facile... En pratique, il n'en est rien ; en 1906, seulement, on a pu la réaliser en présence de catalyseurs.

L'azote et l'hydrogène doivent être très purs, pour ne pas altérer les catalyseurs. Enfin, l'azote ne coûtant presque rien comparativement à l'hydrogène, la question

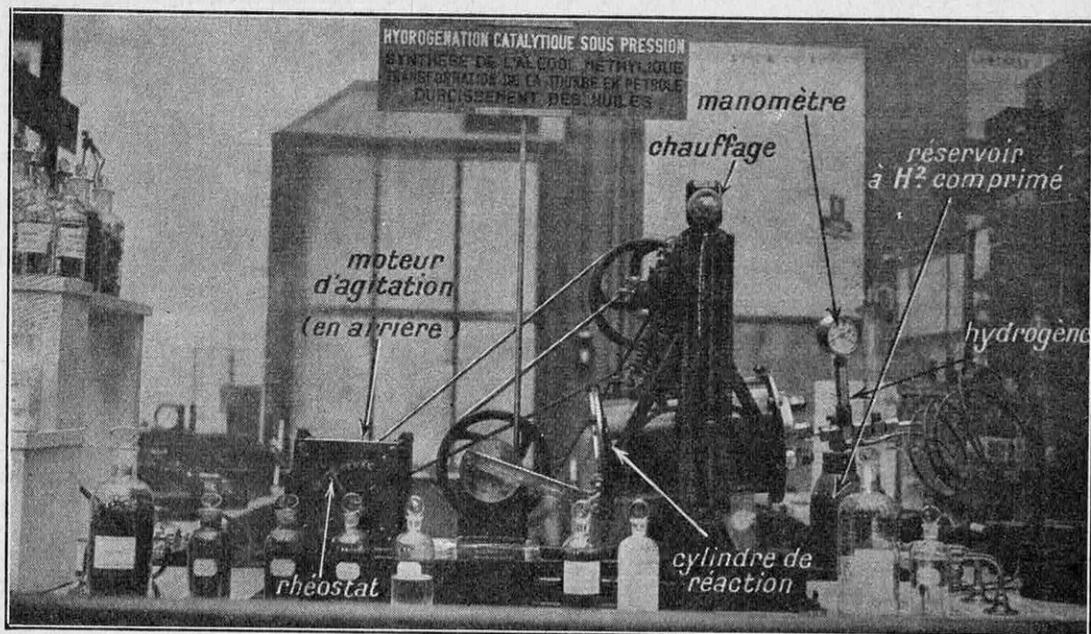


FIG. 4. — PAR HYDROGÉNATION CATALYTIQUE ET SOUS PRESSION DE L'OXYDE DE CARBONE, VOICI LA SYNTHÈSE DE L'ALCOOL MÉTHYLIQUE

L'alcool méthylique (méthanol) de synthèse s'obtient en hydrogénant l'oxyde de carbone sous pression et à une température convenable. La transformation de la tourbe en pétrole et le durcissement des huiles relèvent de la même technique ; une agitation du cylindre de réaction est obtenue par le jeu, réglable au moyen d'un rhéostat, d'un moteur électrique. Le chauffage est opéré électriquement. La pression de l'hydrogène, débité par le réservoir en acier, est mesurée par le manomètre visible sur la figure.

éléments : l'azote et l'hydrogène. Elle est une solution, sinon la solution, du problème de l'azote. Et l'on sait qu'entre les problèmes chimiques actuels, celui de l'azote est incontestablement le plus important ; il domine la chimie minérale. En temps de guerre, l'azote est le point de départ de la fabrication des poudres et des explosifs les plus puissants. En temps de paix, la fixation de l'azote a pour but essentiel la fabrication des engrais destinés à obtenir d'abondantes récoltes des sols fatigués. La synthèse du gaz ammoniac réalise la production de ce corps par la combinaison directe de ses éléments : un volume d'azote s'unit, avec un assez grand dégagement de chaleur, à

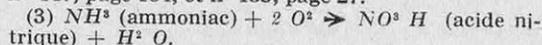
de l'azote est, en définitive, une question de l'hydrogène.

Un premier essai de synthèse est dû au savant allemand Nernst. Plusieurs solutions ont été données aujourd'hui à ce problème : Haber, Georges Claude, Fauser, Casale (2).

Le passage de l'ammoniac à l'état d'acide nitrique s'effectue, ensuite, par une simple oxydation, en présence d'un catalyseur convenablement choisi, du platine, par exemple (3).



(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 147, page 181, n° 147, page 184, et n° 133, page 27.



La synthèse du caoutchouc

Le caoutchouc, substance colloïdale naturelle, occupe une grande place dans l'industrie. Il n'est récolté que dans les régions tropicales et les industries européennes et américaines sont tributaires des pays favorisés. La consommation constamment croissante en caoutchouc, due, en particulier,

ticulier en Allemagne pendant la guerre.

A l'état pur, le caoutchouc est un composé de carbone et d'hydrogène, ce que les chimistes appellent un hydrocarbure. En distillant le caoutchouc, Greville Williams a obtenu un liquide bouillant à 37° , qu'il a appelé « isoprène » et qui a la même composition que l'essence de térébenthine. De ses recherches, G. Bouchardat a conclu que le

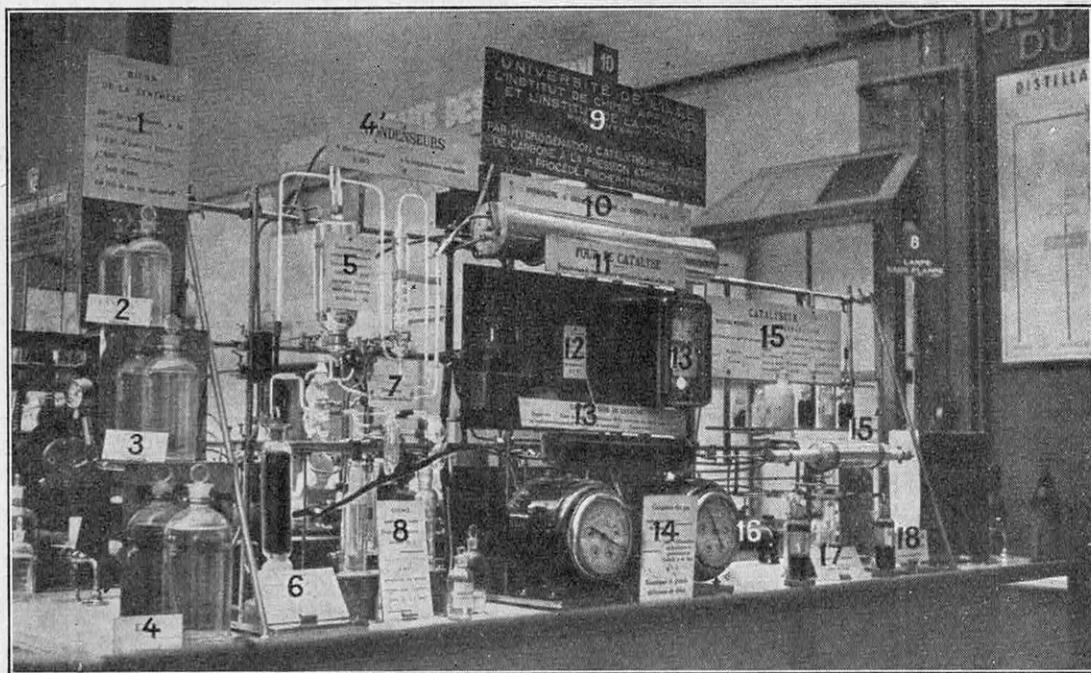


FIG. 5. — AU PALAIS DE LA DÉCOUVERTE FIGURE UN MODÈLE RÉDUIT DU DISPOSITIF COMPLEXE POUR LA SYNTHÈSE DE L'ESSENCE PAR LE PROCÉDÉ ALLEMAND FISCHER-TROPSCH

Ce procédé repose sur l'hydrogénation catalytique de l'oxyde de carbone à la pression atmosphérique. Ce remarquable montage montre en 1 le bilan de la synthèse ; 20 m³ de gaz soumis à la catalyse donnent : 1,240 l d'essence légère (2), 1,600 l d'essence lourde (3), 3,500 l d'eau (4), 6,160 m³ de gaz non condensables. Voici les principaux organes : 4', condenseurs à gaz carbonique ; 5, condenseur réchauffé pendant une minute toutes les demi-heure par le dispositif 12 pour permettre l'écoulement des produits solidifiés à -80° ; 6, charbon actif retenant les dernières traces d'essence ; 7, séparation de l'essence et de l'eau ; 8, essence synthétique brute (production horaire, 15 cm³) ; 10 et 11, four de catalyse (température de régime pour le catalyseur au cobalt : 200°) ; 13, régulateur automatique de température du tube de catalyse à $\pm 2^{\circ}$ près ; 14, compteurs de gaz avant et après le tube de catalyse ; 15', four de purification (800°) pour la destruction des composés du soufre ; 16, évacuation des gaz non condensables ; 17, élimination de l'hydrogène sulfuré par lavage ; 18, arrivée du mélange gazeux ; enfin, on remarque, en 15, les flacons contenant les matières premières nécessaires pour garnir le tube exposé : cobalt, nitrate de thorium et kieselguhr.

au développement rapide de l'industrie automobile, a amené les chimistes à rechercher s'il ne serait pas possible de produire un caoutchouc synthétique (1), moins coûteux que la matière actuelle.

Dans le domaine théorique, les recherches ont été couronnées de succès et la synthèse du caoutchouc a été réalisée, au laboratoire, par un grand nombre de procédés, en par-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n^o 224, page 113.

caoutchouc résulte de l'union de plusieurs molécules d'isoprène, ce qui a été confirmé.

Cette polymérisation est obtenue rapidement et quantitativement sous l'action de divers catalyseurs, parmi lesquels nous citerons la lumière, le sodium, l'acide chlorhydrique, l'acide acétique glacial. La matière résultante, nommée « homo-caoutchouc », est parfois dure, blanche, avec une structure granuleuse persistante ; les produits

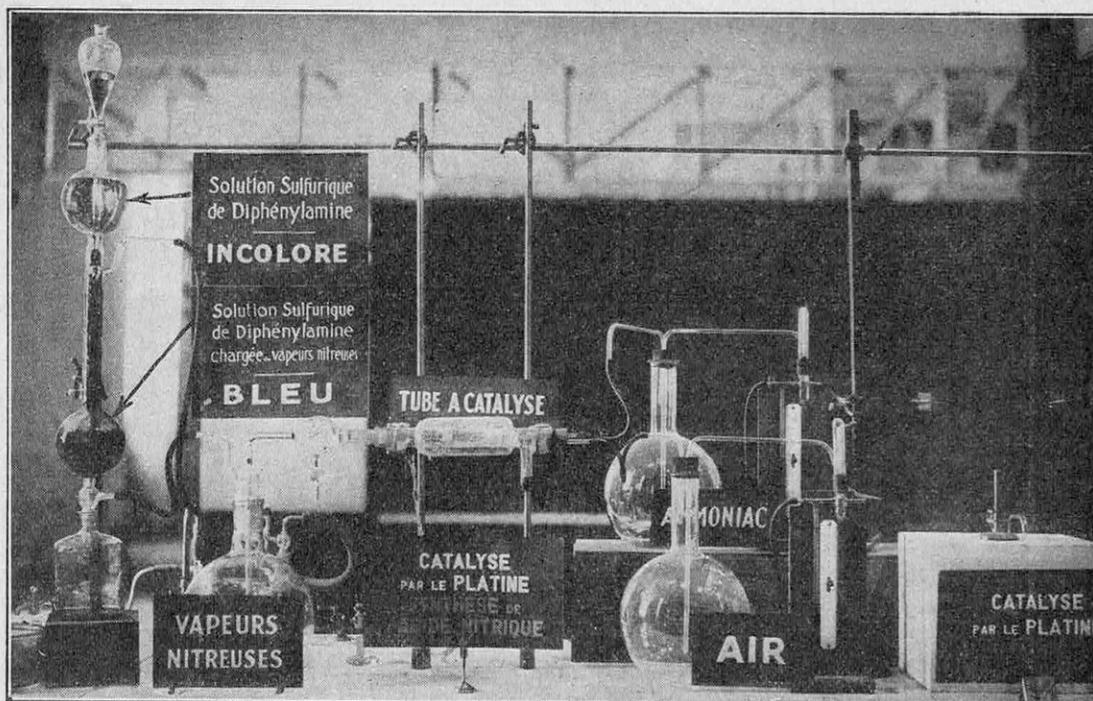


FIG. 6. — REPRÉSENTATION TRÈS SCHEMATIQUE DE L'UNE DES SYNTHÈSES LES PLUS IMPORTANTES POUR L'INDUSTRIE : CELLE DE L'ACIDE NITRIQUE

La synthèse de l'acide nitrique s'effectue par oxydation catalytique du gaz ammoniac, en présence du platine. Le mélange d'ammoniac et d'air passe dans le tube à catalyse ; les vapeurs nitreuses sont absorbées par une solution sulfurique de diphénylamine, laquelle, initialement incolore, bleuit progressivement à la suite de cette absorption.

due à l'action à chaud du sodium sont au contraire élastiques.

Science de laboratoire dans la seconde moitié du XIX^e siècle, la synthèse chimique est passée maintenant à l'usine où elle permet d'obtenir à meilleur compte les substances que l'on tirait autrefois des tissus organiques. La synthèse de l'alizarine a fait disparaître la culture de la garance ; l'indigo, le camphre, l'essence de vanille

de synthèse luttent contre les produits naturels correspondants. L'éthanoïque de synthèse prend, dans le commerce, une place de plus en plus grande.

Et l'on peut dire, sans avoir à craindre d'être taxé de généralisation trop hâtive, que si le XIX^e siècle a été le siècle de l'analyse chimique, le XX^e siècle est celui des grandes synthèses industrielles.

ROGER SIMONET.

D'après le service des Statistiques de l'Etat polonais, on estime qu'en 1951 l'Allemagne aura 66,5 millions d'habitants, l'Angleterre 46,5, l'Italie 49,5, la Pologne 41,4, la France 38 millions seulement, en tenant compte des coefficients d'accroissement actuel, au point de vue démographique, qui sont respectivement, pour 1 000 habitants, de 7,3, de 1,5 et de 12,1. La statistique polonaise n'indique pas le coefficient d'accroissement pour la population française, mais celle-ci — selon le document ci-dessus — passera au cinquième rang en Europe ! Il est à craindre que, dans ces conditions, sa situation de grande puissance ne soit notablement amoindrie dans le monde. Il y a du reste des précédents historiques que les gouvernements doivent méditer. Aucun destin n'est inéluctable pour les nations qui ne veulent pas « déperir ».

PRENONS L'ÉCOUTE

LES FUTURS TRANSPORTS PAR DIRIGEABLES (1)

Comme suite à l'exposé publié ici sur l'exploitation des transports aériens par dirigeables (2), l'un de nos correspondants nous a fait parvenir un intéressant résumé du rapport présenté (cette année même) aux Etats-Unis par le docteur Eckener, et dont voici les conclusions : la traversée des océans excède encore les possibilités commerciales du *plus lourd que l'air* (avion ou hydravion) surtout au-dessus de l'Atlantique-Nord où les conditions atmosphériques sont le plus souvent défavorables (notamment dans la zone agitée située au sud-est des bancs de Terre-Neuve, région dans laquelle les courants froids — air et eau — provenant du Labrador se mélangent à ceux plus chauds du Gulf Stream). Or la compagnie Zeppelin a précisément su éviter les risques de tempête dans son parcours en adoptant une route aérienne située à plus de 500 km au nord de la ligne maritime des navires transatlantiques, dans le sens Europe-Etats-Unis où les orages sont moins fréquents et moins violents (mai à octobre). Le docteur Eckener a réitéré son opinion, à savoir que, même si l'aviation doit un jour concurrencer le dirigeable (au point de vue régularité, sécurité, avec en plus la rapidité), il n'en subsistera pas moins, pour ce dernier, d'appréciables avantages (plus grand confort, frais d'exploitation moindres). En ce qui concerne, par contre, la vitesse, nous admettrons donc que le dirigeable s'intercalera entre le lent paquebot et le rapide avion volant à altitude moyenne (pour commencer) d'Europe vers l'une ou l'autre des deux Amériques. Le courrier pourrait ainsi être acheminé en trois « échelons » de vitesse pour les communications postales : paquebot (sans surtaxe) ; dirigeable, plus rapide (légère surtaxe, 2 f par exemple pour une lettre ordinaire) ; avion, ou hydravion, encore plus rapide (forte surtaxe à cause du prix de revient de ce moyen de transport onéreux et à fret très limité par le poids). Mais le dirigeable réalise le prix le plus bas de la tonne-kilomètre transportée. C'est ainsi que les voyages du *Hindenburg* étaient même devenus payants (trois quarts des frais totaux d'exploitation, y compris l'amortissement de l'aéronef). Il faut remarquer que les dépenses d'installation à terre aux deux terminus de la ligne (Francfort et Lakehurst) doivent évidemment entrer en ligne de compte, au point de vue de leur répartition sur le nombre de voyages commercialement effectués. Ainsi, pour les deux derniers voyages du *Hindenburg*, le docteur Eckener a estimé la dépense à près de 550 000 dollars et la recette à 400 000 environ. Lorsque l'exploitation deviendra normale (aucun passage gratuit pour la propagande, courrier postal régulier au maximum de poids à chaque traversée), il n'est pas téméraire d'envisager une recette supérieure d'au moins 30 %, ce qui laisserait alors apparaître un bénéfice réel certain. Dans le programme dès maintenant envisagé pour 1938, avec le futur dirigeable à 60 passagers et à 2 t de courrier, on peut escompter, pour chaque voyage (aller et retour), un bénéfice net de 16 000 dollars au minimum, ce qui donnerait au total, pour vingt voyages par an, quelque 320 000 dollars de « profit ». Ponctualité, sécurité, telles sont les conditions indispensables pour parvenir à un tel résultat « commercial ». Le docteur Eckener a ensuite insisté sur l'aménagement des aéro-

(1) On annonce d'Allemagne que le nouveau dirigeable LZ-130 sera terminé au début de 1938.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 242, page 124.

ports (atterrissage et abri) qui doivent être établis dans des régions météorologiquement favorables, condition nécessaire notamment aux manœuvres d'entrée et de sortie du hangar, après l'accrochage préalable au mât. C'est ainsi que, pour soustraire l'aéronef aux vents de direction variable, la compagnie Zeppelin a l'intention d'adopter les *hangars tournants* — c'est-à-dire orientables — bien qu'ils coûtent deux fois plus cher à établir que les hangars fixes actuels. Une telle solution permettrait en effet d'éviter les retards (au départ comme à l'arrivée), surtout à l'aéroport américain (Lakehurst) qui est loin de réaliser toutes les conditions désirables. La région de Baltimore, par exemple, eût beaucoup mieux convenu et cette ville n'est qu'à une heure par avion de New York. Peut-être que des circonstances atmosphériques plus favorables auraient évité, dans une autre région, la catastrophe de Lakehurst (1)... Mais ce n'est là qu'une hypothèse.

BIMOTEURS, TRIMOTEURS, QUADRIMOTEURS POUR LES LIGNES AÉRIENNES ?

Contrairement à certaines opinions émises en France, il n'est pas démontré que la formule américaine « bimoteur » pour avions de transports de passagers soit moins heureuse que celle qui consiste à construire des appareils à trois et quatre moteurs. Cela tient à ce que nos constructeurs et nos exploitants ne se fient pas, comme dans certains pays, à la régularité du fonctionnement du système propulseur, qui — en théorie et, presque toujours, en pratique — ne doit accuser aucune défaillance des moteurs américains, tellement sont supérieures leur perfection de fabrication, leur régularité de marche, leur mise au point préalable. La conception française consiste, au contraire, à s'assurer une marge de sécurité, grâce à la répartition de la puissance sur trois moteurs (au minimum). La sécurité de vol est ainsi maintenue même si l'un de ces trois moteurs est stoppé (pour une cause quelconque). Au contraire, nos spécialistes estiment que les fameux bimoteurs américains, dont l'éloge n'est plus à faire, seraient peut-être en fâcheuse posture dans le cas de panne de l'un des deux moteurs, à moins d'employer un excédent de puissance, ce qui constituerait, en marche normale, un véritable gaspillage de carburant, c'est-à-dire d'énergie. Notre collaborateur M. Le Boucher a du reste affirmé, avec la compétence que chacun lui reconnaît, que, par mauvais temps, il est impossible d'assurer une bonne navigation avec un seul moteur, alors que le second est obligatoirement stoppé. Il nous a cité, par contre, l'exemple de l'hydravion transatlantique à trois ou quatre moteurs qui, au cours de traversées où l'un des moteurs tomba en panne, parvint encore à effectuer aisément plusieurs heures de vol, alors que, dans des cas semblables, un hydravion bimoteur aurait été contraint d'amérir presque immédiatement. La conception française, *du point de vue de la sécurité* (moteurs), est donc différente de celle en faveur actuellement aux Etats-Unis. Il est vrai que les Américains, ayant réalisé une telle avance technique, par rapport aux autres nations aériennes, dans le domaine de la construction aéronautique, se montrent plus audacieux, parce que plus sûrs de leurs appareils. Une expérience prolongée seule départagera les partisans de ces deux manières de voir, surtout lorsque les essais entrepris pour la navigation transatlantique Nord par voie des airs nous auront apporté de précieux enseignements concernant notamment la sécurité de vol dans des conditions nouvelles pour l'exploitation d'un service régulier sur un aussi long parcours au-dessus des flots. Un aviateur des mieux qualifiés n'a-t-il pas proclamé récemment que les plus mauvaises conditions atmosphériques que l'on peut rencontrer sur l'Atlantique-Sud

(1) Cette critique formulée par le grand constructeur allemand, comme par ses collaborateurs pilotes, laisse supposer que la catastrophe de 1937 qui a détruit le *Hindenburg* à son arrivée au « port » est due, pour une grande part, aux difficultés d'atterrir dans une région mal choisie au point de vue du régime des vents. Mais le voisinage de New York avait fait passer outre, au début de la mise en service des dirigeables transatlantiques, car la plus grande ville des Etats-Unis avait à cœur de posséder le « terminus » de cette première ligne exploitée par la Compagnie Zeppelin.

constitueraient des conditions encore très favorables sur l'Atlantique-Nord, qui offre le plus souvent une « situation météorologique » pleine d'imprévu, et, par suite présente encore de grands risques dans l'état actuel de nos moyens d'information et de renseignements fournis par les services de la « Météo » encore imparfaits.

L'ARMEMENT MODERNE DANS LE COMBAT MODERNE

Les préoccupations de la Défense nationale ont amené, à plusieurs reprises, certains parlementaires — plus ou moins qualifiés — à développer leurs conceptions relatives aux solutions qu'exige aujourd'hui le problème militaire. Parmi celles-ci, la création de l'*arme blindée* (1) a soulevé — et soulèvera longtemps encore — de nombreuses polémiques. L'évolution technique, tactique et stratégique dans le domaine de l'armement (motorisation, mécanisation des armées) a posé aux États-Majors des problèmes complexes, en ce qui concerne les nouveaux matériels mis en œuvre et les « spécialistes » destinés à les utiliser sur le champ de bataille. Si la plus puissante marine du monde ne comporte que 100 000 hommes — mais pour la plupart spécialisés —, si la plus forte aviation militaire n'emploie pas plus de 75 000 hommes (personnel navigant et techniciens à terre), il n'est pas téméraire d'envisager, pour 1 000 chars de combat, un effectif de 3 000 hommes (combattants et mécaniciens) destinés à leur conduite et à leur armement (canons et armes automatiques). On peut envisager aujourd'hui que ces 3 000 hommes représentent une force combattant sur le terrain — comme jadis — d'à peu près 50 000 hommes ! C'est en s'inspirant de ces conceptions neuves que les grandes puissances militaires ont créé les divisions blindées (ou arme cuirassée), qui ont été présentées ici par des personnalités françaises et étrangères dont la compétence est reconnue. Dès 1933, un de nos officiers supérieurs, — le plus audacieux parce que des plus intelligent, — le colonel de Gaulle, n'avait-il pas préconisé la formation d'un corps d'élite cuirassé comportant chars, infanterie, artillerie, spécialement consacré — dès le temps de paix — aux missions (offensives et défensives) que ce corps aurait à remplir en cas de conflit ?

En France, à l'époque, peu de partisans de cette initiative au sein de l'Etat-Major; mais, par contre, certains parlementaires très avertis et fort soucieux de l'avenir de nos armées (surtout en présence de la décroissance de notre natalité et aussi des classes « creuses ») s'affirmèrent les défenseurs de cette doctrine. C'est du reste la même qui, en 1935, fut adoptée par le III^e Reich. (Voir l'étude de la *Science et la Vie*, n° 321, p. 204, sur les *Panzerdivisionen*, constituées de 500 chars de combat, d'automitrailleuses, d'obusiers de 105 mm tractés en tous terrains, d'éléments motorisés pour le génie, les équipages de ponts, les troupes de transmission, les sections de camouflage, les unités servant les armes antichars, etc.) Suivant cet exemple, notre armée, elle aussi, s'oriente dans cette voie, tant au point de vue de la construction de matériels appropriés qu'à celui de la formation technique des spécialistes indispensables au *maniement* et à la manœuvre des engins de guerre les plus récents. Il s'agit en effet de parvenir au même but que celui atteint depuis longtemps par la « maistrance » de la marine nationale. Il va de soi que, pour l'arme blindée comme pour l'aviation, — « armes » relativement récentes dans les armées modernes, — il n'existe pas encore un ensemble cohérent de doctrines bien définies pour leur emploi dans le combat, parce qu'il n'y a pas unanimité sur le choix des matériels à construire. Du reste, au fur et à mesure des progrès de l'industrie et de la science appliquée, la technique évolue si rapidement qu'elle nécessite une création continue, aussi bien pour la construction d'engins nouveaux que pour leur doctrine d'emploi (tactique et stratégique). C'est ce qui explique que les avis sont encore partagés sur bien des points, même après les quelques enseignements recueillis à ce sujet au cours des événements les plus récents de la guerre civile espagnole (2) et des grandes manœuvres d'août 1937 en Sicile. On ne saurait en effet conclure hâtivement d'après

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 236, page 87. — (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 241, page 63.

quelques rapports — plus ou moins impartialement documentés — dans un sens ou dans l'autre, en vue de prévoir ce qui se passerait sur le champ de bataille aussi bien pour les tanks que pour l'aviation de fabrication assez ancienne. On ne saurait en outre comparer les événements militaires d'Espagne à ceux qui se produiraient dans une guerre actuelle mettant aux prises des armées bien équipées, bien commandées, grâce à des Etats-Majors dignes de ce nom. A ce point de vue, la France, l'Allemagne, l'Italie n'ont pas grand'chose à apprendre auprès des combattants espagnols de 1936-1937. En sera-t-il de même du conflit sino-japonais ?

ÉCRANS DE FUMÉE ET COMBAT NAVAL

Sur mer, sur terre, dans l'air, le but à atteindre dans la guerre, c'est la destruction de l'ennemi. Or, au fur et à mesure que la science appliquée fournit aux belligérants de nouveaux moyens de combattre — et de détruire, — les conditions même de la lutte évoluent en vue du but à atteindre. C'est ainsi que, dans la guerre navale, sont successivement apparues la torpille, la mine sous-marine, la bombe d'avion (1), et voici le nuage artificiel émis par générateurs fumigènes assez dense et suffisamment durable. En sont maintenant munis les navires modernes de surface ou submersibles, et même l'aviation maritime. Ainsi que le rappelait, dans un récent article, un spécialiste des questions navales qui signe « Captain John Frog », la guerre sur mer de 1914-1918 a confirmé les vues de l'amiral Aube en ce qui concerne le *nombre*, la *vitesse*, l'*invisibilité*, l'*invulnérabilité*, l'*offensive*. L'emploi du nuage artificiel, de création nouvelle, est précisément appelé à réaliser — plus ou moins complètement — cette invisibilité et cette invulnérabilité dans le combat. Un tel dispositif contribue, en effet, à diminuer la valeur de l'artillerie de gros calibre à grande portée quand la visibilité est plus ou moins limitée. C'est précisément ce qui s'est passé, par suite des conditions atmosphériques défavorables, lors de la bataille du Skagerrack (2) où les pièces anglaises de 380 et 343 se sont révélées inférieures à celles de la flotte allemande, cependant de calibre de 305 et 280. L'Amirauté allemande n'a pas perdu de vue un tel enseignement ; aussi attache-t-elle aujourd'hui une grande importance à l'usage des produits fumigènes sur mer (3). On sait aussi que notre cuirassé *Dunkerque* (4) a groupé son artillerie principale (huit pièces de 330) sur des tourelles quadruples à l'avant. Il en sera de même du reste pour les canons de 380 de notre futur cuirassé *Richelieu*. Par contre, à l'arrière du bâtiment, pas de « grosse » artillerie (mais des pièces à tir rapide de 130, 100 et 37 contre l'aviation et les bâtiments légers). Comme certains Anglais qualifiés s'étonnaient de ce mode de répartition « tout à l'avant », l'un de nos amiraux leur répondit : « Si mon bâtiment est contraint de fuir ou de combattre en retraite, au moment de rompre le combat, j'interpose un écran de fumées maintenu et entretenu d'une façon permanente entre la cible qui se dérobe et le canon ennemi qui la cherche. C'est dès lors un problème de vitesse et d'habileté manœuvrière. » En effet, pour exécuter des tirs efficaces à grande distance, la première condition est évidemment de voir l'objectif, et pour cela, il faut pouvoir mesurer aussi exactement que possible la distance (téléométrie). Le canonnier, ou le torpilleur, le plus adroit maniera donc ses armes sans précision s'il ne peut mettre à profit une *visibilité* suffisante. C'est pour cette raison qu'on exerce les équipages aux manœuvres nocturnes (tirs de nuit). Que deviendraient, en effet, sans une protection artificielle que nous appellerons « atmosphérique », nos destroyers si rapides (42 nœuds et même 45) s'ils devaient attaquer à découvert et par temps clair un adversaire plus puissant qui n'aurait pas été — *au préalable* — « aveuglé » par des écrans fumigènes. Le facteur visibilité conditionne la tactique navale.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 238, page 24 et n° 265, page 34. — (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 229, page 66.

(3) Le Reich met au point actuellement des engins renfermant un nouveau produit dense, à la fois aveuglant et asphyxiant, qui n'entrerait en action qu'au moment où ils percutent sur le navire ennemi.

(4) Voir *La Science et la Vie*, n° 224, page 147.

AGADIR, BASE AÉRO-NAVALE DE L'OcéAN

La répartition des forces navales en Méditerranée (1) donne lieu, depuis le début de 1937, à de multiples études, plus ou moins bien documentées, émanant de publicistes appartenant à la plupart des grandes nations maritimes européennes. La guerre civile espagnole et les récents programmes de constructions navales en sont évidemment la cause. Il apparaît d'ores et déjà qu'en cas de guerre sur mer aucun port ne serait désormais à l'abri de l'aviation ennemie. Ainsi donc dans cette mer intérieure qui s'étend de Gibraltar aux Dardanelles, aucun navire de combat, aucune base navale ne pourront se soustraire ni aux attaques aériennes exécutées en « piqué », ni aux bombes dont les dispositifs perfectionnés de lancement ont marqué, ces derniers temps, de si appréciables progrès. Ainsi que l'exposait ici même l'ingénieur en chef du Génie maritime Rougeron (2), la bombe d'avion est appelée à jouer un rôle essentiel dans la lutte aérienne menée contre les escadres au port et les bases navales qui servent d'appui aux flottes de combat. On conçoit aisément que ces « objectifs » fixes ou immobiles seront en effet plus ou moins vulnérables. C'est ainsi que, pour en revenir à la Méditerranée, il apparaît, à l'examen d'une carte, que les bases qui y sont réparties seraient particulièrement exposées aux attaques aériennes dont l'efficacité serait plus ou moins manifeste, suivant les conditions atmosphériques (visibilité, etc.). Le *Deutschland*, sérieusement atteint au cours de cette année même, dans les eaux espagnoles, en est un exemple suffisamment démonstratif : les navires subiraient alors des avaries d'autant plus graves qu'ils seraient moins bien protégés (cuirassement des ponts, etc.) contre les grosses bombes aériennes tombant verticalement. Or, la plupart des unités, même modernes, — sauf encore actuellement notre cuirassé *Dunkerque*, — ne sont pas en mesure de résister à de tels bombardements. Aussi les Amirautés se préoccupent-elles d'aménager — en tenant compte de ces conditions nouvelles de la guerre sur mer — des bases navales en vue d'y installer des abris suffisamment protégés pour les bâtiments au repos (abris bétonnés ou creusés dans le roc, etc.). Il faudra aussi procéder comme pour les aérodromes militaires, c'est-à-dire répartir des bases dites de « rechange » pour dérouter l'adversaire. C'est dans cet esprit qu'a été créée la base de Mers-el-Kébir afin d'assurer les communications entre la France métropolitaine et la région d'Oran. Mais il faut en outre envisager le jour où notre système stratégique naval se déplacera vers le Maroc et l'Atlantique. Nul ne conteste qu'à ce point de vue Casablanca ne soit appelé à devenir un point d'appui militaire très important. Déjà des installations y ont été effectuées dans ce sens, ce qui tendrait à révéler certains projets de notre Amirauté en ce qui concerne son aménagement et son extension. Nos ports océaniques relativement voisins de Safi et Port-Lyautey pourraient alors compléter utilement celui de Casablanca pour le ravitaillement, l'amarrage des bâtiments de combat, etc. Quant à la partie méridionale du Maroc elle est hélas ! encore dépourvue de ports entre Casablanca et le Sénégal (soit environ sur 2 500 km de côtes), à part la baie de Port-Etienne d'assez médiocre utilisation. Aussi doit-on se préoccuper d'éviter toute menace qui pourrait provenir soit des Canaries, soit de Rio-de-Oro, d'où un ennemi éventuel (le Reich, par exemple) pourrait couper nos lignes de communications vers l'A. O. F. ou l'A. E. F. et même vers l'Amérique du Sud. C'est pourquoi un publiciste, toujours bien renseigné, propose-t-il de transformer Agadir en base aéro-navale, d'où les hydravions de notre marine pourraient « surveiller » le détroit des Canaries où passent précisément les navires prenant la route la plus courte (sans contourner les îles). Et notre confrère de conclure : Agadir (450 km S.-O. de Casablanca), port marchand de Sous, base militaire, relais maritime et aéronautique sur l'océan et sur la route du Maroc au Sénégal, est aussi indispensable à notre flotte de guerre que les bases de

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 239, page 387. — (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 238, page 265.

Bizerte et de Mers-el-Kébir sur la Méditerranée. Simultanément, le port de Casablanca serait mis en état de défense aussi bien sur son front de mer que vis-à-vis des attaques aériennes... La France dispose-t-elle actuellement des crédits nécessaires pour assurer, là comme ailleurs, sa défense en cas de conflit armé ? Cette question mérite qu'on y réfléchisse dans les milieux qualifiés pour étudier ce problème dont dépend — ne l'oublions pas — tout le système de stratégie navale française en Afrique du Nord.

AVIONS MÉTALLIQUES OU AVIONS EN BOIS

L'un de nos collaborateurs qui revient d'Allemagne a signalé, parmi les informations recueillies, que la construction aéronautique militaire attachait toujours une certaine importance à la fabrication d'avions en bois (au lieu d'appareils entièrement métalliques) estimant qu'en cas de guerre il serait plus aisé de réparer — rapidement et dans les parcs — les avions avariés. D'autre part, le bois est une matière abondante dans beaucoup de pays, qu'il est par suite plus facile de se procurer sur place. En France, certains ingénieurs ne sont pas sans déplorer l'extension prodigieuse des métaux légers dans la plupart des aviations militaires, et il en est de même pour le Reich, qui fut à l'origine de ce développement. Les Anglais, comme les Italiens, n'ont pas du reste abandonné totalement (comme en France) l'emploi de la toile et du bois. Il se pourrait, en effet, qu'en cas de conflit on fût très heureux de retrouver ces matériaux, car il n'est pas certain que les usines métallurgiques puissent répondre à tous les besoins des armées en campagne. Il apparaît donc que les Allemands ont été bien inspirés en constituant, dès le temps de paix, des stocks de bois (1) et de toile pour avions, afin de pouvoir répondre aux besoins les plus pressants de la défense nationale. D'autre part, il est plus aisé de trouver des ouvriers capables de réparer des appareils en bois que des spécialistes travaillant l'aluminium et ses alliages. L'Italie, elle aussi, a envisagé les difficultés que pourrait présenter, en cas de conflit armé, la construction « tout métal », et elle a, à cet effet, depuis une dizaine d'années, organisé des exploitations forestières en vue de ses approvisionnements en bois d'aviation, car il se pourrait que, pour les belligérants, les matériaux importés n'affluent plus aussi régulièrement que les commandes passées par l'industrie non « mobilisée » en temps de paix. Ce sont des hypothèses qu'il n'est pas inutile de méditer dans les circonstances actuelles.

DÉCADENCE DE LA MARINE MARCHANDE FRANÇAISE

Nous avons déjà signalé (2) la situation précaire de la marine marchande en France qui n'a pas été, certes, améliorée par la mise en application des nouvelles lois relatives à la durée du travail à bord. Si cette durée est de 64 heures en Angleterre et de 84 h en moyenne sur les bâtiments de commerce de la plupart des nations, elle est maintenant de 40 h sur les navires français. De plus, l'équipage de ces derniers étant plus nombreux, à tonnage égal, que dans les autres pays, on arrive à des dépenses d'armement beaucoup plus onéreuses. Ainsi un cargo de 8 000 t, par exemple, nécessite en France (règlement actuellement en vigueur) 43 hommes à bord, alors qu'il n'en faut que 35 sur les navires italiens, 31 sur les danois. D'où résultent dans les trois cas énumérés : salaires mensuels français (total et non unitaire), 67 000 f ; salaires italiens, 37 000 f ; salaires danois, 29 000 f. Dans le domaine des chantiers navals, la comparaison n'est pas non plus à notre avantage et le prix de la tonne étant beaucoup plus élevé en France qu'ailleurs (Liverpool, Anvers, Brême, etc.), notre industrie ne reçoit plus de commandes de l'étranger, et même

(1) Essences spéciales : spruce (épicéa d'Amérique) pour les pièces massives ; okoumé du Gabon, bouleau du Canada pour les revêtements d'ailes ou de fuselages ; hêtre pour les hélices ; balsa (très léger, de densité inférieure à 0,2) pour certaines pièces accessoires.

(2) Voir la *Science et la Vie* n° 235 page 52.

certain armateurs se fournissent de bateaux en dehors du territoire national. Aussi, de 1935 à 1937, la flotte marchande de la France a-t-elle diminué (en tonnage) de 20 % environ ! Ainsi, cette flotte, qui était — il y a un demi-siècle — la seconde du monde, la quatrième — encore — en 1914, va tomber bientôt au huitième rang... Ajoutons que les bâtiments actuellement armés sont beaucoup moins modernes que ceux des autres nations maritimes, par suite beaucoup plus lents (10 nœuds en moyenne, alors que les cargos les plus récents — anglo-japonais — dépassent 19,5 nœuds). Cela n'a rien d'étonnant, puisque la moyenne d'âge des bâtiments français dépasse seize ans. Le tonnage des constructions neuves en France pour la marine marchande est, par voie de conséquence, tombé, de 250 000 t (vers 1913) annuellement à 175 000 en 1930, 110 000 en 1932 et à 66 000 seulement en 1936 ! Pendant ce temps-là les chantiers britanniques et allemands suivent une orientation inverse dans la production : Angleterre, en 1936, 856 000 t ; Reich, en 1936, 380 000 t (contre 66 000 en France).

Nous pourrions multiplier ces exemples sans modifier notre opinion : la comparaison avec les autres puissances maritimes est toujours en effet à notre désavantage. Quoi qu'il en soit, le court exposé qui précède suffit à nous convaincre du danger qui menace de plus en plus l'armement français par rapport aux pavillons britannique, allemand, italien (pour ne citer que les principaux) naviguant sur toutes les mers du globe et dont les unités desservent — avantagement — et nos ports métropolitains et nos ports coloniaux !

VERS L'AUTARCIE (1) DE LA SIDÉRURGIE ALLEMANDE

La nouvelle orientation de la sidérurgie allemande, dont la production se développe avec intensité, consiste, pour faire face à la pénurie de minerais de fer (2), à « pousser » plus méthodiquement encore l'extraction nationale en vue de réduire le plus possible les importations de minerais (France, Suède, Espagne) qui se « règlent » en devises. L'Allemagne cherche donc à intensifier sa production à partir de ses propres gisements (Siegesland, Lohne et Dill, parmi les principaux en exploitation). Déjà l'extraction — en cinq ans — a quintuplé (tonnage) ! Mais comme les besoins du Reich croissent aussi rapidement, si ce n'est plus, il en résulte qu'en 1936 il a été obligé d'en importer près de 18 millions et demi de t, alors que, cinq ans auparavant, il n'en importait à peine que un demi-million ! La comparaison est édifiante. En vue de réduire ces importations aussi importantes qu'onéreuses, l'Allemagne vient de décider, tout récemment, de « pousser » plus encore l'extraction de minerai national pour répondre aux exigences de son marché sidérurgique intérieur. C'est dans ce but que l'État, intervenant pour mener à bien cette tâche, vient d'autoriser la création de la Société « Hermann Göring », qui aura le droit de reprendre les concessions minières et de les exploiter sous le contrôle de l'État, avec les capitaux de l'État et cela, évidemment, en utilisant le matériel le plus perfectionné — et aussi le plus coûteux — pour l'extraction. C'est dire que le prix de revient de la tonne extraite passe — pour le moment — au second plan... Le minerai allemand remplacera ainsi progressivement — et le plus tôt possible sera le mieux — le minerai importé et ainsi la politique d'approvisionnement en matières premières s'améliorera encore de ce fait. Il va de soi que les sociétés privées de la métallurgie allemande doivent obligatoirement se fournir, dès maintenant et avant toute importation, en minerai spécifiquement allemand.

Ainsi que le proclamait dernièrement l'un des membres du gouvernement français, « il n'est pas de force humaine qui puisse préserver de la misère un pays obligé d'accroître sans cesse des importations *essentiels*. » Ces sages paroles s'appliquent encore plus à l'Allemagne qu'à la France, en l'an de grâce 1937.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 238, page 251.

(2) Voir *La Science et la Vie* n° 240, page 453, et dans ce numéro, page 271.

A PROPOS D'UNE COMMANDE D'AVIONS PAR LA TURQUIE

Nous avons signalé l'activité qui règne actuellement en Turquie dans les différents domaines : industriel, militaire, maritime, etc... Le gouvernement d'Ankara va recevoir des constructeurs américains et anglais deux cents avions destinés à ses forces aériennes. Jadis, au pays ottoman, la France était considérée comme un « fournisseur » de premier ordre, et la Turquie était alors pour elle un excellent client. Aujourd'hui, la supériorité de certaines fabrications étrangères ont éliminé progressivement les nôtres du marché. De telles constatations expliquent pourquoi notre balance commerciale s'avère de plus en plus déficitaire. A la fin de l'année, elle accusera peut-être quelque 18 milliards de différence entre nos exportations et nos importations à l'avantage de ces dernières. Cela veut dire qu'il faudra régler à nos fournisseurs étrangers cette différence en devises appréciées c'est-à-dire en or...

Quant à la Bulgarie, elle a reçu d'Allemagne, pour la première fois depuis la guerre, quinze avions *Junkers* pour la reconstitution de ses forces aériennes.

LE GOUDRON DE HOUILLE SOURCE DE RICHESSE INCOMPARABLE

Combien de lecteurs, parmi notre vaste public cependant si avide de s'instruire, ignorent encore la place que tient aujourd'hui l'industrie des goudrons de houille dans notre économie d'« après-guerre » ! Limitée à la production de quelques composés organiques, tels que phénol, crésol, coumarone, l'utilisation des sous-produits dérivés de la houille (goudrons) était fort restreinte il y a encore vingt-cinq ans. C'est la chimie allemande qui, la première, a su mettre en évidence le parti qu'on pouvait en tirer ; voici un exemple : le *Teerverwertung* traitait déjà, avant 1914, 300 000 t de goudron de houille par an ! En France, dès 1918, les compagnies minières se préoccupèrent, elles aussi, de traiter huiles, goudrons et dérivés qui sont à la base même de la chimie organique moderne aux multiples applications industrielles. C'est grâce à la distillation des goudrons de cokeries, d'usines métallurgiques, etc., que des opérations de fractionnement effectuées par étapes successives (1^{er}, 2^e et 3^e degrés) fournissent maintenant couramment : huiles légères, phénoliques, naphthaléniques, huile lourde pour débenzolage, huile anthracénique, brai. Ces derniers produits sont notamment employés par les chemins de fer (créosote pour les traverses), pour les routes, etc.

Au deuxième échelon voici des produits chimiques bien définis tels que benzène, toluène, solvant naphta, pyridine, résine de coumarone provenant de l'huile légère. De l'huile phénolique on extrait entre autres : phénol, orthocrésol, tricrésol, xylénols, etc. De l'huile naphthalénique est retirée la naphthaline (pour explosifs et moteurs, etc.).

L'huile lourde donne enfin l'acénaphthène, le fluorène. Avec l'huile anthracénique, on prépare notamment l'anthracène et le plénanthrène, le carbuзол.

Au cours des opérations dites du 3^e degré, on obtient des produits de plus grande *valeur commerciale*, parmi lesquels il faut citer le formol, les résines formol-phénol, formol-crésol, dont les récentes applications sont aussi multiples qu'originales et parfois même inattendues : vernis, peintures émail (copal), produits antirouille, produits destinés à l'arboriculture, à l'industrie textile... Tant d'autres s'offrent aujourd'hui à nous grâce à cette féconde synthèse chimique aux gammes si étendues, aux applications si multiples. Il faut encore citer les recherches et réalisations industrielles effectuées à ce jour dans le domaine de l'hydrogénation des combustibles solides et liquides (essence synthétique, etc). Les lecteurs de la *Science et la Vie* ont eu maintes fois l'occasion de se documenter sur ces différents sujets, exposés ici au fur et à mesure de leur mise au point pratique. C'est ce qui nous a permis de proclamer à ce propos que, grâce à la variété et à la valeur des dérivés et sous-produits du charbon, ceux-ci sont plus précieux que la houille même utilisée — pour son pouvoir calorifique — comme source de chaleur et d'énergie. Les sous-produits de la houille sont plus rémunérateurs que le charbon « gaspillé » en calories !

ÉCOLE FRANÇAISE DE RADIOÉLECTRICITÉ

(Près Panthéon)
(Angle rue Lhomond)

10 bis, rue Amyot - PARIS (5^e)

Téléphone :
PORT-ROYAL 05-95

SUCCURSALES :

ATELIER ÉCOLE

(Laboratoires équipés de façon ultra-moderne)

5, Cité Paradis, 5 - PARIS - Tél. PROVENCE 10-22

ÉCOLE DE T. S. F. DE ROUEN

27, Rue Dutronché, 27 - ROUEN

1937-1938 ANNÉE SCOLAIRE 1937-1938

Bien que de création relativement récente, l'*Ecole Française de Radio-électricité* offre toutes les garanties désirables en raison même de l'ancienneté de son personnel enseignant. A sa tête, se trouvent groupés aux côtés de M. J.-E. Lavigne, l'un des créateurs de l'enseignement radiotechnique privé en France : MM. Destray et Brun, eux-mêmes anciens directeurs d'écoles officielles ou privées.



UN GROUPE D'ÉLÈVES EN VISITE A LA STATION DES P. T. T. DE PONTOISE

Les parents soucieux de l'avenir de leurs enfants et envisageant d'orienter ceux-ci vers l'une des carrières de la T. S. F. ont intérêt à ne prendre aucune décision sans nous consulter. Nous leur conseillons vivement de venir se rendre compte sur place de la disposition des locaux et de l'organisation des cours.

Les études les plus sérieuses, dans le cadre le plus propice, sanctionnées par les diplômes les mieux cotés, tels sont les avantages que vous garantit l'Ecole Française de Radioélectricité.

Demandez-nous aujourd'hui même notre documentation très complète sur l'organisation des cours, ou mieux, venez vous rendre compte sur place.

OFFICIERS RADIOS - MARINE MARCHANDE
RADIOS AVIATEURS

OPÉRATEURS :

Ministère de l'Air : (Opérateur du). Ministère de l'Intérieur :
Radio-Police. Ministère de la Guerre : Grandes Stations.
Ministère des Colonies : Réseaux colonies.

GRANDES COMPAGNIES DE TRAFIC
TECHNICIENS :

Diplôme d'études sup^{tes}. — Chefs-monteurs-dépanneurs. —
Monteurs-aligneurs-dépanneurs.

PRÉPARATION MILITAIRE

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

BON A DÉCOUPER

S.V.

Monsieur le Directeur de l'ÉCOLE FRANÇAISE DE
RADIOÉLECTRICITÉ, 10 bis, rue Amyot, Paris (5^e).

Veillez me faire parvenir gratuitement et sans engagement
de ma part votre brochure concernant les carrières de la Radio,

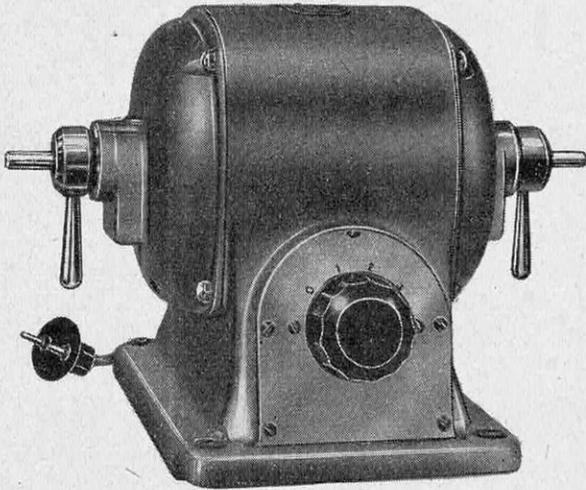
NOM

ADRESSE

MOTEURS D'INDUCTION

POUR TOUTES APPLICATIONS

Mono, bi et triphasés silencieux, de 1/100 à 1/2 HP



TOUR DE LABORATOIRE
à 2 ou 3 vitesses



TOURET POUR AFFUTAGE
ET POLISSAGE

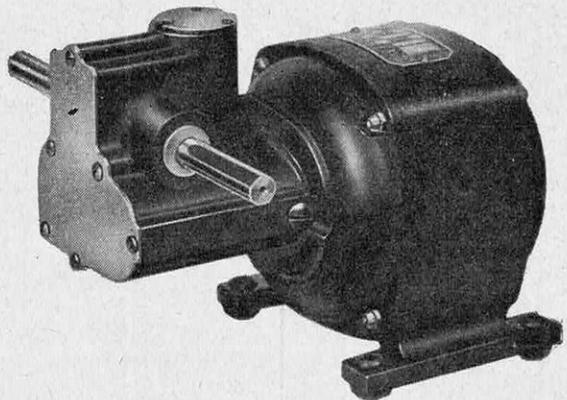


MOTEUR MONOPHASÉ
à renversement de marche

MOTEUR MONO, BI, TRI

à plusieurs vitesses,
à réglage de vitesses,

AVEC RÉDUCTEUR DE VITESSE



Toutes vos exigences satisfaites - - - Tous vos problèmes résolus

R. VASSAL

INGÉN.-CONSTRUCTEUR

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

COMMENT S'EST FORMÉE LA CROÛTE TERRESTRE ?

Par Emile BELOT

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE
VICE-PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ ASTRONOMIQUE DE FRANCE

La formation de la Terre (1) — comme celle de toutes les planètes — peut s'expliquer par la condensation d'un anneau gazeux émis par le Soleil, lors de son passage à travers une nébuleuse qui le portait, par frottement, à très haute température. Le sphéroïde terrestre, après avoir émis lui-même par pulsation des anneaux qui donnèrent naissance à des satellites (cinq au total, dont quatre sont retombés sur lui au cours des ères géologiques), se refroidit progressivement tandis que sa croûte solidifiée, de plus en plus épaisse, était sculptée par l'érosion de l'eau condensée en véritable déluge sur son hémisphère austral. C'est ainsi que se seraient édifiés les grands continents. Le transport, par les courants océaniques issus du sud, des matériaux provenant de l'érosion des niveaux successifs du noyau terrestre serait la cause des anomalies de la pesanteur constatées (2) sur les continents et sur les mers ; cette hypothèse justifierait donc les théories isostatiques d'après lesquelles les continents seraient moins denses que le fond des mers, jusqu'à un niveau de 100 km de profondeur (niveau de compensation isostatique). De plus, cette même théorie cosmogonique fournit encore une explication satisfaisante, non seulement de la position des pôles magnétiques boréal et austral, de la déviation des continents austraux vers l'est, mais aussi des quatre plissements : huronien, calédonien, hercynien et alp-himalayen provoqués par la chute, dans la région équatoriale, des quatre satellites les plus rapprochés de la Terre.

LA Terre, comme toutes les planètes, résulte, dans notre cosmogonie dualiste (3), d'un anneau émis par l'équateur du protosoleil géant (Soleil primitif), anneau qui, au voisinage de l'écliptique, s'est enroulé en un tube tourbillon par suite de la résistance de la nébuleuse traversée. Ce tourbillon, instable au point de vue de la gravitation, a dû se condenser vers son centre de gravité tout en tournant autour du Soleil.

La figure 1 va nous faire comprendre

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 152, page 125.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 229, page 15.

(3) Dans le ciel apparaissent fréquemment, d'après Bailey, des étoiles nouvelles qui, pour quelques-unes, passent subitement de la douzième grandeur à l'éclat de Sirius. J'ai expliqué ce phénomène par le choc à très grande vitesse d'un soleil géant sur une nébuleuse noire. Ce choc porte la surface de l'étoile à la température de 24 000° C qui décroît rapidement, et l'étoile entre en pulsations, renflant périodiquement son équateur d'où s'élançait dans la nébuleuse un anneau planétaire. Il y a autant d'anneaux émis que de pulsations périodiques de l'étoile géante. Ces anneaux montent dans la nébuleuse en même temps que l'étoile. Pour notre Soleil, ou plutôt notre protosoleil, la direction de sa translation faisait un angle de 28° avec l'axe de l'écliptique. C'est cette idée de Nova protosolaire, que j'ai émise en 1905, qui est à la base de ma cosmogonie dualiste et tourbillonnaire. (Voir *La Science et la Vie*, n° 125, page 367, n° 152, page 125 et n° 188, page 128.)

comment un immense anneau A , dont le rayon était celui de la distance du Soleil à la Terre, a pu, au niveau de l'écliptique, être rompu et enroulé en un tube-tourbillon par la résistance de la nébuleuse dont la vitesse V était capable de s'opposer à la vitesse orbitale W du tourbillon autour du Soleil. L'anneau terrestre A , tournant dans le sens direct en se rapprochant de l'écliptique, avait une hauteur H d'environ 1 million de km, mais une faible épaisseur. La hauteur H , après l'enroulement de l'anneau A , devint la longueur du « tube tourbillon » terrestre.

La diminution de vitesse que la résistance de la nébuleuse donne à une partie P de l'anneau tend à la faire tomber vers le Soleil, mais la même résistance replie cette partie P vers le reste de l'anneau qui, d'ailleurs, l'attire aussi. C'est cet ensemble de forces en antagonisme qui va assurer au tourbillon T une rotation de sens direct, comme l'anneau qui lui a donné naissance.

Dans les théories de Laplace et ses dérivées, il y avait une grande difficulté à expliquer comment les planètes avaient une rotation directe comme leur révolution. H. Poincaré avait dû faire intervenir, pour cette explication, des phénomènes de marée. On

voit ci-dessus combien est simple et claire notre explication de ce phénomène.

Le tourbillon T , formé de matières soumise à la pesanteur, était instable au point de vue de la gravitation, et, par suite, obligé de se condenser vers son centre de gravité qui était celui de la Terre. Mais la vitesse orbitale W du tourbillon terrestre dépassait 30 km/s, tandis que la vitesse antagoniste V de la nébuleuse ne dépassait pas 12 km/s, l'axe T du tourbillon qui devint l'axe de la Terre faisait un angle de 24° avec l'axe E de l'écliptique, qui, à l'origine, coïncidait avec l'axe du protosoleil; enfin la direction de translation du protosoleil faisait un angle de 28° avec l'axe du protosoleil, ce qui produisit la déviation de 7° de cet axe avec l'axe de l'écliptique.

La naissance de la Terre et de ses satellites

Suivons maintenant les phénomènes qui vont se produire au cours de la condensation des deux parties T_1, T_2 du tourbillon l'une vers l'autre (fig. 2) : cette condensation a duré très peu de temps, environ huit jours, car les vitesses des parties T_1, T_2 étaient voisines de 11 km/s en arrivant au diamètre de la Terre, et par suite leur choc se produisit avec une vitesse relative de 22 km/s. Dans un tourbillon, les matières lourdes vont à la surface et les matières plus légères vers l'axe. Or, le protosoleil, dont l'axe équatorial valait 62,3 fois l'axe du Soleil (1), a d'abord perdu par pulsation les anneaux de matériaux légers devant former les masses énormes de Jupiter et de Saturne ; il avait à sa surface les éléments plus denses qui contenaient du fer et ses homologues comme on en constate encore l'existence actuelle dans le Soleil.

En s'éloignant du protosoleil, l'anneau terrestre, vite refroidi par le rayonnement, ne récupère sa chaleur que par la condensation des parties T_1, T_2 du tourbillon terrestre.

(1) C'est la valeur du premier terme de la loi des distances planétaires X exprimées en rayons solaires : $X_n = 62,3 + 1,886^n$.

Lord Kelvin a évalué à $3\ 000^\circ$ la température de la Terre naissante ; j'ai trouvé une valeur beaucoup plus élevée : $8\ 000^\circ$, et d'ailleurs, il faudrait tenir compte des calories dues à la combinaison de l'hydrogène et l'oxygène pour former de l'eau. Mais un autre phénomène a marqué la condensation des tourbillons T_1, T_2 : celui de l'émission de satellites par pulsation du premier noyau dense de la Terre A, A' (1). Après le départ des satellites (la Lune n'est que le cinquième satellite de la Terre, les quatre autres étant retombés sur elle au cours des ères géologiques), il restait la plus grande partie des tourbillons T_1, T_2 qui se condensèrent en un sphéroïde entouré de gaz et vapeur d'eau et voyageant autour du Soleil, à une vitesse un peu supérieure à 30 km/s dans la nébuleuse, dans le sens sud-nord (S. N., fig. 2).

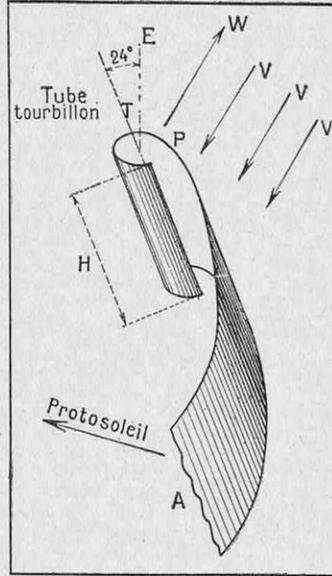


FIG. 1. — COMMENT S'EST FORMÉ LE TUBE-TOURBILLON QUI DONNA NAISSANCE A LA TERRE

L'anneau A, émis par le protosoleil lors d'une de ses pulsations, est rompu à l'endroit où sa vitesse orbitale W s'oppose à la vitesse V de la nébuleuse qu'il traverse. Il s'enroule là en un tube-tourbillon dont la hauteur H atteint 1 million de km qui se condensera comme l'indique la figure 2 pour former le noyau terrestre.

dans les régions supérieures de son atmosphère boréale, d'où le vent de la nébuleuse les a poussées vers le sud pour s'y condenser dans le déluge austral primitif D (fig. 2).

Au cours de la condensation des parties T_1, T_2 du tourbillon terrestre, qui n'a pas mis plus de huit jours d'après la masse totale attractive de la Terre, le fer et les éléments lourds qui étaient à la surface du tourbillon formèrent rapidement un noyau dense $A A'$ (fig. 2), qui devait augmenter avec le temps, tandis que les éléments plus

(1) Voir page 29 de mon livre : *La naissance de la Terre et de ses satellites* (Gauthier-Villars, 1931).

(2) $E = 15,12 \sqrt{T}$.

légers se classaient par ordre de densité dans le sphéroïde terrestre.

L'architecture de la croûte terrestre fut sculptée dès l'origine par l'action de l'eau

L'eau, à la surface terrestre, est le matériau principal qui sculpte ses formes. Les géophysiciens, qui ont cherché comment s'est formée la croûte terrestre, n'ont jamais tenu compte de l'eau pour sculpter son architecture, alors qu'à l'origine, sur le noyau anhydre AA' , l'eau était en vapeur dans son atmosphère. Le déluge austral primitif devait former toutes les mers, toute l'eau incluse dans les roches ou solidifiée dans les glaciers faisant prévoir une dissymétrie des formes de la croûte en partant du sud pour aller vers le nord.

La figure 3, présentée à l'Académie des Sciences le 25 mai 1936, figure la demi-coupe du sphéroïde terrestre au moment du déluge austral primitif. Le noyau anhydre primitif avait alors un diamètre AA' nettement supérieur à celui qui est figuré dans la figure 2.

On conçoit que la masse des eaux du déluge austral primitif a dû produire des phénomènes d'érosion remarquables à partir de 70° sud, parallèle marquant le diamètre du tourbillon primitif. D'ailleurs, les premières couches des mers primitives étaient fortement salées parce que tous les sels haloïdes que l'on trouve dans la mer sont volatils entre 700° et 800° . Ainsi la théorie de Joly, cherchant à évaluer l'âge de la Terre par le temps que les fleuves ont mis à apporter aux mers primitives supposées constituées par de l'eau douce, part d'un principe erroné.

Dans la figure 3, j'ai supposé trois couches d'érosion 1, 2, 3 correspondant aux niveaux M_1, M_2, M_3 des mers primitives. Les couches d'érosion diminuent d'épaisseur en allant vers le nord, parce que l'élargissement des parallèles depuis 70° sud diminue la vitesse de l'eau allant du sud au nord sur le noyau AA' , et parce que la chaleur de ce noyau évapore une partie de cette eau. Il est facile de voir que la masse 2 érodée se superposera au nord à la masse 1 et que,

de même, la masse 3 érodée, plus dense que les masses 2 et 1, se superposera en 3' aux masses 2' et 1'; il en résulte un phénomène capital pour la minéralogie des continents en dehors des actions volcaniques : les couches les plus denses sont à la surface et il y a inversion des densités en profondeur.

En outre, comme les couches 1 et 2 ont été saturées d'eaux marines plus chargées en selhaloïdes, les couches 1' et 2', situées

au fond des continents et soumises à leur chaleur, donneront lieu à des colonnes de vapeurs salines montant dans la couche 3' de la surface continentale et y produiront des actions minéralisatrices que la géologie y a reconnues.

D'autre part, les courants d'eau diluviennne que, pour simplifier, nous avons supposé ne se répandre que du sud au nord, ont dû aussi, grâce à leur masse, s'étendre dans le sens des parallèles traçant dans la largeur des continents les immenses vallées de l'Amazone, du Mississipi et des fleuves chinois, et édifiant les grands continents avec les mêmes caractéristiques de densité que pour les continents boréaux. Par ailleurs, j'ai pu établir que tous les continents et grandes presqu'îles devaient se terminer

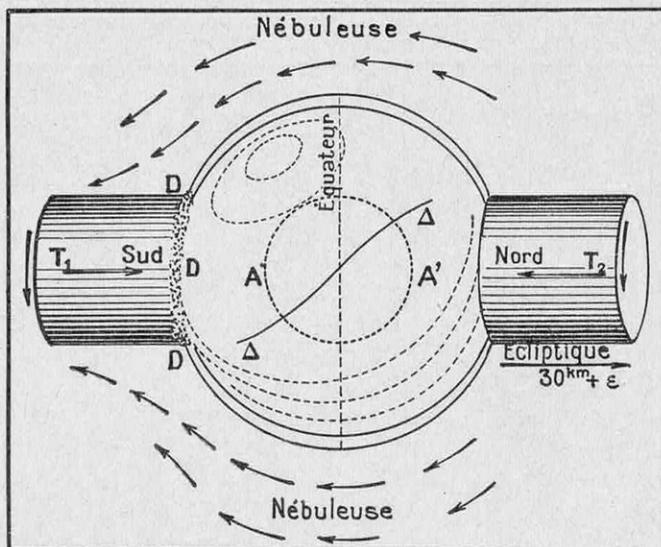


FIG. 2. — PAR SA CONDENSATION, LE TUBE-TOURBILLON INITIAL DONNE NAISSANCE AU SPHÉROÏDE TERRESTRE. Les deux extrémités T_1 et T_2 sont attirées l'une vers l'autre. Le premier noyau dense AA' entre à son tour en pulsation pour émettre cinq satellites dont quatre sont retombés plus tard sur la Terre. Le déluge austral primitif D donne naissance à toutes les mers. Le freinage qu'exerce la nébuleuse sur l'hémisphère nord provoque la déviation des continents austraux vers l'est, qu'indique la ligne Δ .

en pointe vers le sud parce que les courants océaniques issus du sud avaient dû déposer leurs matériaux d'érosion sous forme de *môles* vers 50° de latitude, môles à l'arrière desquels les matériaux d'érosion se sont déposés comme on le voit en aval des piles de pont de nos fleuves (1).

La dissymétrie entre les hémisphères Nord et Sud est due à l'action de la nébuleuse primitive

Enfin, une action générale de la nébuleuse que la Terre a traversée pendant deux

à l'est de l'Amérique du Nord, le sud de l'Afrique, à partir du golfe de Guinée, est à l'est de l'ensemble de l'Afrique du Nord; enfin, le continent asiatique se continue en descendant vers le sud par l'Indochine, la presqu'île de Malacca, ensuite l'Australie, la Nouvelle-Zélande, toutes à l'est l'une de l'autre.

La radioactivité provient de la nébuleuse

Une dernière action de la nébuleuse a été radioactive. Après la première formation d'une croûte solide, la Terre a capté dans la nébuleuse les produits même très denses,

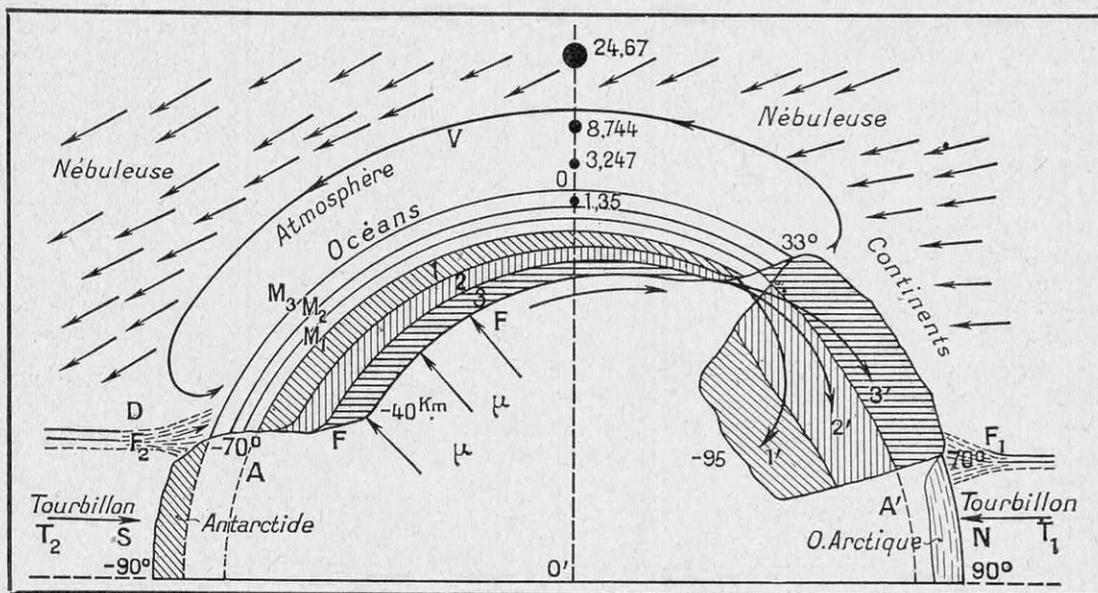


FIG. 3. — DEMI-COUPÉ DU SPHÉROÏDE TERRESTRE AU MOMENT DU DÉLUGE AUSTRAL PRIMITIF QUI CREUSE LE FOND DES MERS ET ÉDIFIE LES CONTINENTS

M_1 , M_2 et M_3 désignent les niveaux successifs des mers primitives avec les couches d'érosion correspondantes 1, 2, 3, qui provoquent en 1', 2' et 3' (avec inversion des densités) la formation des continents. Le fond des vers μ μ remonte jusqu'à - 40 km, tandis que, sous les continents, le niveau de compensation isostatique s'établit à - 95 km. Les quatre points noirs représentent les quatre plissements huronien, calédonien, hercynien et alp-himalayen au cours des ères géologiques.

siècles environ avant d'en sortir a eu sur sa rotation un effet dissymétrique dans l'hémisphère Nord et l'hémisphère Sud. Le frottement de la nébuleuse a été plus énergique sur l'hémisphère Nord que sur l'autre : autrement dit, la rotation a été plus arrêtée sur l'hémisphère boréal que sur l'autre, comme si les parties sud des continents austraux avaient été entraînés à l'est de leur partie nord. Cette déviation des continents austraux vers l'est a été indiquée figure 2.

C'est précisément ce que l'on constate : l'Amérique du Sud est, dans son ensemble,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 89, page 423.

plomb, matériaux radioactifs comme l'uranium, en sorte que la radioactivité doit être une propriété de la surface. C'est ce qu'ont découvert les géophysiciens Joly et Holms : si la Terre était radioactive au taux du granit jusqu'à plus de 16 km de profondeur, la Terre se réchaufferait. D'autres géophysiciens ont voulu conclure de la radioactivité de certains minéraux l'âge de la Terre. C'est sans doute l'âge de la nébuleuse, mais non l'âge de la Terre : j'ai trouvé par d'autres procédés que l'âge de la Terre ne pouvait dépasser 350 millions d'années, tandis que l'âge de la nébuleuse peut atteindre plusieurs milliards d'années.

Voici une théorie rationnelle de l'isostasie qui explique les anomalies de la pesanteur

Revenons maintenant aux enseignements que nous allons encore tirer de la figure 3. On y lit que l'ensemble 1', 2', 3' de la masse continentale provenant des masses 1, 2, 3, les plus légères du noyau primitif, doit avoir une densité moyenne plus faible que le fond des mers μ, μ qui remontera par *isostasie* jusqu'à son niveau actuel. J'ai pu calculer que la plus grande profondeur d'érosion du déluge austral primitif a été de 40 km, puisque les géophysiciens américains ont trouvé que le niveau de *compensation isostatique* est, sous les continents, au niveau — 95 km. Mais il faut définir ces deux termes : *isostasie* et *compensation isostatique*.

Pratt — qui, le premier, parla d'isostasie — était dans le vrai quand il pensa qu'à l'origine les couches terrestres augmentaient de densité en profondeur : c'est sa théorie que nous adopterons exprimée par les couches 3, 2, 1 de la figure 3. Mais, après Pratt, Airy — suivi par Suess — a adopté une autre théorie de l'isostasie exposée ici même par le professeur Houllevigue (1). D'après la figure 3, il semble bien que le fond des mers australes doit être plus dense que celui des mers boréales. Comment vérifier cette induction ? En mesurant l'intensité g de la pesanteur à la surface des mers.

On savait, par les calculs des géophysiciens américains, que le niveau où la pesanteur est la même sous les continents et sous les mers (niveau de compensation isostatique) est vers la profondeur de — 95 km. On savait mesurer g , à quelques millièmes près, sur les continents avec le pendule Holweck-Lejay (2). Mais c'est le professeur hollandais Vening-Meinez (3) qui a inventé un pendule donnant la même précision pour la valeur de g sur mer.

Les géophysiciens s'attendaient à ce que la valeur de g sur mer fût plus faible que sur terre, étant donné les milliers de mètres de hauteur d'eau beaucoup moins dense que la Terre, qui séparent l'observateur du fond de la mer. Or, c'est précisément le contraire qu'a observé Vening-Meinez, dans une longue croisière marine à bord du sous-marin hollandais *K.-XVIII*, qui a traversé trois fois l'Atlantique avant de partir de Buenos-Aires pour visiter Tristan da Cunha,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 172, page 276, et n° 237, page 233.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 194, page 136.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 229, page 12.

le Cap, les îles Kerguelen, la Réunion et redescendit jusqu'au parallèle de Freemantle (Australie) avant de remonter jusqu'à Batavia. Alors que les anomalies de la pesanteur sont, en général, négatives sur les continents, notamment près des montagnes, le navigateur hollandais a trouvé que, sur les mers australes, les anomalies des valeurs de g sont presque toujours positives, ce qui indique une grande densité des fonds marins, comme nous le prévoyions.

Finalement, les continents émergent des mers parce qu'ils sont moins denses que le fond des mers jusqu'au niveau — 95 km de compensation isostatique. Or, la figure 3 montre que le fond des mers ne provient pas des mêmes parties du noyau que les continents ; il y aurait donc le plus grand intérêt à sonder le fond des mers australes, et même à y prélever une *carotte*, comme on le fait dans les mines terrestres.

Les pôles magnétiques

La figure 3 va nous instruire encore sur quelques points très importants de la croûte terrestre. Puisque le tourbillon qui a donné naissance à la Terre contenait le fer à la surface du tourbillon à la distance — 70° des pôles, on peut comprendre comment les pôles magnétiques sont voisins de cette latitude, mais que le pôle magnétique sud doit être encore plus près, — 72°, du Pôle Sud, en raison du fer que contient l'Antarctide. La trajectoire de la Terre à travers la nébuleuse allant du sud vers le nord, la pression de la nébuleuse s'exerce sur le Pôle Nord où elle déterminera finalement un aplatissement (Océan arctique), tandis qu'au Pôle Sud la Terre présentera une saillie haute de 3 000 mètres (Antarctide), comme tout projectile plastique se mouvant dans un milieu résistant.

Enfin, au moment de quitter la nébuleuse au bout de deux siècles environ, la Terre entrainera une partie de la nébuleuse surtout à son arrière, mais même jusqu'à son équateur, où sa matière se mêlera avec notre atmosphère encore très dilatée par la chaleur.

Les plissements de l'écorce terrestre

Alors nous entrons dans les ères géologiques, car les quatre satellites de la Terre — qui ont dû retomber sur la Terre en raison de la résistance des milieux traversés, et étaient primitivement, d'après la loi des distances des satellites (1), aux distances 1,35, 3,247, 8,744, 24,67 — ont fini par tomber dans la région équatoriale et ont

(1) $X_n = 0,35 + 2,8972^n$.

produit successivement les quatre plissements huronien, calédonien, hercynien, et alp-himalayen, au cours des ères géologiques. La grande distance entre les satellites, $X_3 = 8,744$ et $X_4 = 24,67$, a produit le long repos orogénique constaté au secondaire.

Ainsi la Terre est née (comme tant d'animaux) d'un dualisme formé par la rencontre d'un soleil géant heurtant à grande vitesse une nébuleuse noire de grande densité, qui y fait briller l'éclat passager d'une Nova, provoquant les pulsations successives

du protosoleil. Celui-ci expulse d'abord les anneaux des planètes géantes pour garder près de lui les planètes denses, dont la Terre, après que son anneau transformé en tourbillon s'est enfin condensé en un sphéroïde dont la croûte porte les traces nord et sud de l'action de la nébuleuse, et dont la surface a été successivement sculptée par le déluge austral primitif et par les plissements dus à la précipitation des quatre satellites dont les cosmogonistes seuls, et non les géologues, pouvaient prévoir l'existence.

EMILE BELOT.

La France ne renferme approximativement que 70 habitants au km², alors qu'il y en a en Allemagne 150 et 280 en Belgique ! Quant à l'Italie, elle compte déjà plus de 150 nationaux au km² (1).

Notre pays, d'une superficie de 550 000 km² environ, n'est en effet peuplé que de 41 millions de citoyens français et de 3 millions d'étrangers. Ces constatations d'ordre démographique expliquent, pour une large part, la politique française depuis un siècle.

À la Révolution de 1789, le royaume de France apparaissait comme le plus peuplé d'Europe (sauf la Russie), avec 25 millions de ressortissants, et, cent cinquante ans plus tard, nous n'arrivons plus qu'au quatrième rang. Cet état de fait exerce évidemment des répercussions fâcheuses sur notre production industrielle en général, et la situation sociale des ouvriers en particulier. En effet, il est admis sans conteste par les économistes que la moyenne des salaires réels croît ou décroît en fonction de la productivité générale.

Si une usine fabrique annuellement 1 million d'objets manufacturés, elle versera plus de salaires que si elle en produit 500 000. Cette déduction élémentaire se vérifie — une fois de plus — dans les circonstances économiques actuelles. Le Comité des Houillères, dans un rapport récent, a signalé que notre production de charbon tombe, en 1936, au chiffre le plus faible enregistré depuis douze ans, alors qu'au contraire l'extraction houillère a augmenté dans les autres nations. C'est que, précisément, la capacité extractive individuelle ayant baissé en France, il a fallu dès lors importer plus de charbon étranger qu'avant : environ 5 millions de t en janvier-février 1937 contre 3 millions 500 000 (en chiffres ronds) en janvier-février 1936. Les mineurs étrangers ont donc profité des salaires correspondant à cet important supplément, qui se chiffre à plus de 1 500 000 t, d'où également nouvelles sorties d'or pour régler fournisseurs anglais, belges, hollandais, allemands. Il importe donc — sans méconnaître la portée et l'opportunité de certaines lois sociales — que le travailleur français produise autant que son collègue étranger (l'Anglais, par exemple, pour citer le cas d'une démocratie comparable à la nôtre), sinon il arrivera ceci : que la semaine de 40 heures, dans certaines industries, ne profitera pas à nos ouvriers, mais bien à ceux des autres nations qui combleront les déficiences de notre propre production. On doit améliorer le sort du travailleur, accroître son salaire, son bien-être ; mais il ne faut pas perdre de vue que la valorisation du travail ne saurait entraîner la réduction de la production surtout dans un pays comme le nôtre où la dépopulation — comme on vient de le voir — constitue une infériorité certaine et exerce ses répercussions fâcheuses dans bien des domaines de notre activité nationale.

(1) La population de l'Italie atteint en chiffres ronds 43 millions d'habitants d'après la dernière statistique publiée en 1937.

LA FRANCE DOIT AVOIR UNE POLITIQUE EN MATIÈRE DE VOITURE VRAIMENT UTILITAIRE

Par Charles BRULL

INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES
ANCIEN DIRECTEUR DES LABORATOIRES CITROEN
MEMBRE DU CONSEIL ET PRÉSIDENT DE SECTIONS DE LA SOCIÉTÉ
DES INGÉNIEURS DE L'AUTOMOBILE (S. I. A.)

La crise économique, persistante dans notre pays, a certainement exercé une influence restrictive sur le développement de la construction automobile, non seulement si l'on se place au point de vue technique, mais aussi au point de vue — économique — de la clientèle française. La Science et la Vie a demandé, comme précédemment, à l'un de nos ingénieurs des plus réputés de l'Automobile de dégager, à l'occasion du Salon de Paris, ces tendances sans entrer dans les détails techniques de la mécanique, qui n'enregistre, du reste, en 1937, que des perfectionnements (1), certes appréciables, mais peu susceptibles de modifier sensiblement la voiture automobile telle qu'elle a été présentée ici au cours de son évolution et au fur et à mesure de ses progrès. On verra, notamment, pourquoi l'auteur de la présente étude exprime tout d'abord son étonnement de n'avoir pas encore rencontré, au Salon actuel, des véhicules de tourisme satisfaisant réellement aux conditions du programme de la S. I. A., dont nous avons déjà signalé l'intérêt pratique. Il repose en effet, avant tout, sur l'abaissement du prix de revient d'une voiture de petite cylindrée répondant le mieux possible aux desiderata de la « masse », non pas en se contentant de la réduire — homothétiquement, si l'on peut faire ici usage de ce terme géométrique — mais, au contraire, en cherchant à simplifier la construction mécanique en s'inspirant de conceptions neuves appropriées au but bien défini à atteindre. Ce non-sens économique n'est pas étranger à l'orientation présente de l'acheteur vers la voiture d'occasion, faute d'un modèle nouveau d'un prix accessible au plus grand nombre. Chez nous, on peut regretter que la grande série de la voiture populaire ne soit pas encore en vue ! Le Reich a, au contraire, mieux compris l'intérêt de ses administrés, puisqu'il a obligé ses constructeurs à « établir » une automobile à 1 000 marks (2). On en est encore au stade des prototypes, mais il faudrait bien mal connaître la puissance de production d'outre-Rhin pour ne pas s'attendre à voir prochainement lancer la fabrication industrielle de la voiture populaire de conception spécifiquement allemande. En sommes-nous donc à ce point, en France, qu'il faille souhaiter l'intervention de l'Etat pour prendre de semblables initiatives ? On dit que le besoin crée l'organe : voilà, certes, une vérité quelque peu controuvée chez nous, en matière d'automobile. De tout ceci, il résulte que la France n'a pas encore une politique bien définie dans ce domaine. Dès lors, un dilemme s'impose aux constructeurs français : ou bien réaliser un programme répondant au pouvoir d'achat d'une « masse » de clients à ressources réduites, aussi nombreux que possible ; ou bien se limiter à une fabrication — dite de luxe — de voitures parfaites, soignées, minutieusement mises au point, donc chères, mais aussi donnant entière satisfaction aux plus exigeants. Dans ce cas alors, notre industrie renoncerait à produire en « grande série » la voiture véritablement utilitaire — et cela, hélas ! au profit de l'étranger, au grand dam de la main-d'œuvre nationale.

(1) Nous avons intentionnellement prié M. Brull d'exposer, dans son article, ses « vues » d'ensemble, nous réservant de présenter les nouveautés du Salon dans notre rubrique habituelle *L'Automobile et la vie moderne* où sont régulièrement analysés perfectionnements, améliorations, inventions ayant trait à la voiture automobile aussi bien pour le châssis et son moteur que pour les accessoires et la carrosserie. (N. D. L. R.)

(2) Le mark, à son cours théorique d'échange, représente à peu près 10,75 de nos francs actuels ; en réalité, à l'intérieur de l'Empire, 1 000 marks équivalent à moins de 9 000 francs.

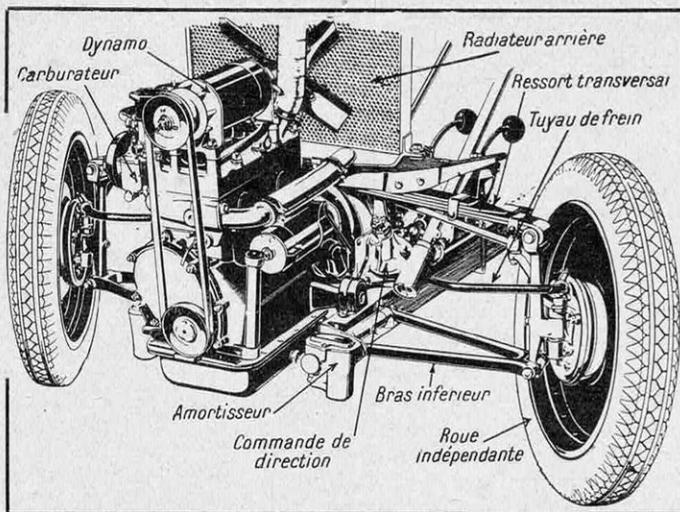


FIG. 1. — PARTIE AVANT DU CHASSIS DE LA « SIMCACINQ »
Remarquer l'extrême surbaissement du moteur, sa position très avancée qui fait reporter le radiateur derrière lui, les roues avant indépendantes sur parallélogrammes déformables, dont un côté est constitué par le ressort transversal, l'autre par un triangle articulé commandant l'amortisseur hydraulique.

B IEN peu de maisons se risquent, cette année encore, dans la voie de la petite voiture populaire simplifiée, si clairement indiquée pourtant par la Société des Ingénieurs de l'Automobile (S. I. A.). Citroën a cependant étudié un petit véhicule à traction avant de 4 à 5 ch nominaux, probablement avec moteur culbuté 2 cylindres, à très haut rendement et refroidi par l'air. Nous savons que Renault a déjà fait rouler une petite 5-6 ch économique qui serait d'un prix plus accessible encore que la populaire *Celtaquat*. Enfin, nous retrouvons la *Simcacinq*, dont une encore accrue la popularité. Peugeot nous montre sa 202, qui doit avoir à peu près le gabarit de la célèbre 201 et les performances de la 301. Tous ces modèles marquent un nouvel effort vers la réduction des prix d'achat et d'entretien, mais toujours sous la forme de voitures à organes plus petits et non à conception simplifiée. Seule, la firme Amilcar a voulu présenter un véhicule à traction avant d'un tracé qui paraît directement inspiré par les résultats du concours S. I. A., et auquel, rien qu'à ce titre, nous de-

vons souhaiter le meilleur accueil.

Le programme économique a cependant déjà porté ses fruits chez les Allemands. Leurs représentants les plus intéressants sont : *Adler*, cylindrée 1 000 cm³, avec sa curieuse suspension indépendante avant et arrière ; *D.K.W.*, à traction avant avec moteurs deux temps 600 et 700 cm³ ; *Hanomag* de 1 100 et 1 500 cm³, et, en particulier, le modèle *Rekord* avec moteur Diesel 4 cylindres de 1 900 cm³ et changement de vitesses automatique ; enfin, les populaires *Opel* de 1 100 et 1 300 cm³, que construit, à Rüsselsheim, une filiale de la « General Motors » ; on y remarque la synchronisation des suspensions indépendantes avant et arrière et l'emploi de freins hydrauliques sur la plupart des modèles nouveaux de cette firme.

Chez les Anglais et les Italiens, les réalisations bon marché obéissent à des nécessités économiques différentes. En Italie, la voiture de tourisme est relativement un objet de luxe ; aussi n'y voit-on guère que des réductions homothétiques de véhicules normaux, telles que la petite 6 ch Fiat, *Balilla*, et la petite 7 ch Lancia, *Ardennes*,

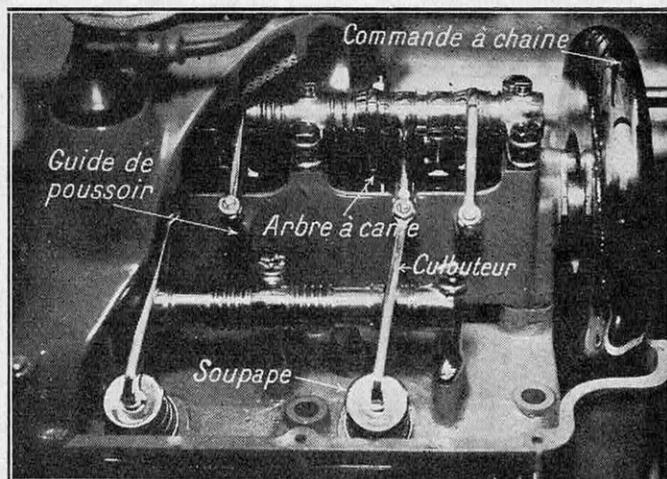


FIG. 2. — TÊTE D'UN MOTEUR 4 CYLINDRES EN V ET A CULBUTEURS POUR PETITE VOITURE

Les quatre cylindres, placés deux par deux en quinconce suivant un V très fermé, sont desservis par des soupapes en tête actionnées par de longs culbuteurs. Cette disposition originale ramasse le moteur dans le sens longitudinal — gain pour l'emplacement de carrosserie — et procure une compacité facilitant la lutte contre les déformations et les vibrations. (7ch Lancia « Ardennes ».)

dont les modèles roulent d'ailleurs nombreux en France. Les Anglais, avec leur situation générale plutôt en bonne posture, restent fidèles à la formule classique, où le soin du détail est poussé à l'extrême : *Austin* 6 et 8 ch, *Morris*, *Singer* et même la petite *M. G.* qui est une minuscule voiture de course, malgré sa faible puissance nominale. Là s'arrête à peu près la liste des « petites voitures » que nous offre le Salon.

Il est bien évident que le développement de celles-ci dépend de celui de moteurs fiscalement très petits, mais à grand rendement. Des culasses à fort taux de compression, la réduction des frottements internes et même la suralimentation par compresseurs permettent de les réaliser. Déjà, dans le domaine des véhicules de gabarit moyen, *Delahaye* et *Talbot* (pour ne citer que ceux-là) emploient des taux égaux ou supérieurs à 6,5 qui exigent, d'ailleurs, des tubulures d'admission et d'échappement très étudiées et une alimentation par carburateurs multiples. L'emploi du chromage intérieur des culasses (agissant vraisemblablement

par son poli spéculaire) et du chromage des vilebrequins, arbres à cames, pièces en mouvement (agissant par sa dureté protectrice qui réduit le frottement) paraît spécialement indiqué pour faire progresser le rendement « en bout d'arbre » sur les petits moteurs qu'on veut pousser. J'ai moi-même obtenu, dans cette voie, sur de nombreux véhicules de marques diverses, pilotés par leurs propriétaires, des gains totaux atteignant parfois jusqu'à 15 % ; encore ne s'agissait-il là que de transformations faites après coup sur des modèles de série.

Où en est l'aérodynamisme ?

Dans le domaine des voitures de tourisme normales, on ne voit, cette année, qu'une nouveauté à sensation, la *Minerva*, avec changement de vitesses automatique R.V.R. (fig. 7). L'une des belles initiatives du Salon de 1936, la *Dynamic* de Panhard, à châssis tubulaire central et 4 roues indépendantes sur barres de torsion, nous revient encore améliorée dans ses détails.

L'aérodynamisme lui-même (1) s'est, pour le moment, stabilisé. Non pas qu'on ait obtenu — à beaucoup près — le meilleur

(1) Rappelons ici la remarquable carrosserie aérodynamique de l'ingénieur Andreau qui, avec une diminution de 58 % de la résistance de l'air par rapport à la carrosserie normale, permet 30 % d'augmentation de la vitesse maximum et 30 % d'économie d'essence dans la région normale d'utilisation.

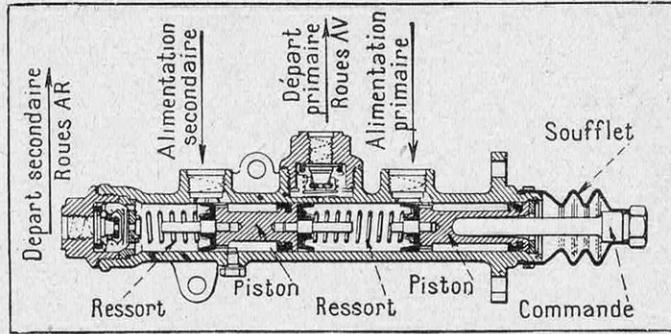


FIG. 4. — MAITRE-CYLINDRE D'UN FREIN HYDRAULIQUE

En déplaçant la tige de commande par le jeu de la pédale de frein, les pistons primaire et secondaire, placés en cascade, compriment simultanément le liquide dans leurs cylindres respectifs, mais qui ne communiquent pas ensemble. Il en résulte qu'une avarie d'un des départs n'a aucun effet sur le fonctionnement de l'autre, d'où plus de sécurité. (Lockheed.)

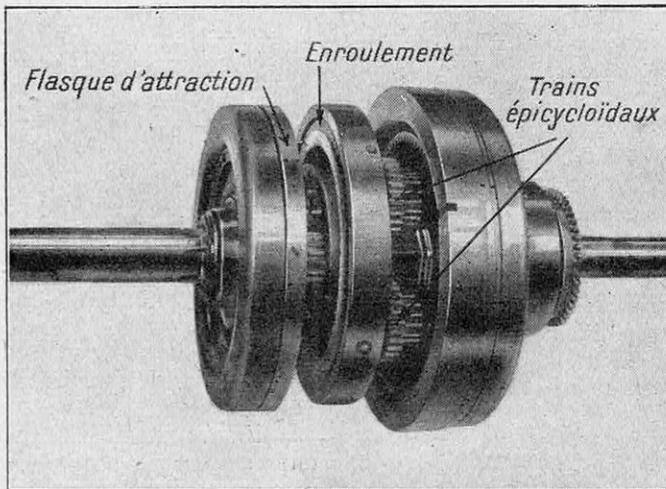


FIG. 3. — DÉTAIL DU MÉCANISME D'UN CHANGEMENT DE VITESSES ÉLECTROMAGNÉTIQUE

Des trains d'engrenages épicycloïdaux sont logés entre les différentes bagues munies d'enroulements magnétisants. Le courant, lancé par un contacteur à plusieurs touchés, dessert successivement chacune des bagues qui immobilisent, par attraction, les flasques liés aux engrenages, ou s'immobilisent elles-mêmes. Le passage des combinaisons de vitesses est instantané et sans choc, parce que les divers pignons sont toujours en prise. (Cotal.)

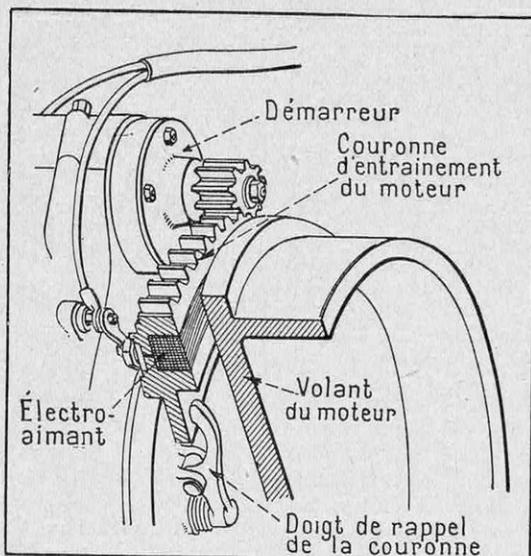


FIG. 5. — DÉMARREUR ÉLECTROMAGNÉTIQUE
A DENTURES TOUJOURS EN PRISE

Le pignon du moteur de démarrage et la couronne qui contient l'électroaimant circulaire ont leurs dentures toujours en prise. Mais la couronne ne devient solidaire du volant que quand on y fait passer le courant qui alimente le moteur de démarrage. (Paris-Rhône.)

« coefficient de pénétration » ; les constructeurs n'ont même pas tous réussi à réaliser la condition la plus facile, qui est un plancher continu et lisse de l'avant à l'arrière de la voiture, et qui ne soit ni trop loin, ni trop près du sol ; par contre, les carrossiers paraissent avoir atteint le point où les galbes des tôleries et glaces et l'écrasement des toitures portent atteinte à la bonne visibilité. Panhard et le carrossier Labourdette ont déjà fait un très louable effort pour lutter contre ce défaut, au moins en ce qui concerne les places avant. Peut-être cet état de choses, conjugué avec un renouveau d'amour pour le grand air, explique-t-il la résurrection des carrosseries décapotables diverses.

On notera avec intérêt la popularité croissante de la boîte de vitesses électromagnétique Cotal (fig. 3) que monteront, cette année : Voisin, Salmson, Unic, Peugeot, Delahaye, Delage, Delaunay-Belleville, Licorne, sur tout ou partie de leurs modèles de tourisme, sans parler des voitures étrangères et de quelques châssis poids lourds (sur lesquels elle est plus particulièrement indiquée que partout ailleurs). Sur le type 11 ch allégé, à moteur poussé, que Citroën montre à ce Salon, la boîte Cotal avait été prévue : c'était logique, car sa commande évite les difficultés de réglage des enclenchements mécaniques, la boîte de vitesses, se trouvant

sur un tel châssis placée fort loin du conducteur.

D'autres pièces accessoires reçoivent des améliorations de valeur : les freins hydrauliques (de Lavaud, Lockheed à maître-cylindre tandem) (fig. 4) ; les freins mécaniques (Bendix à mâchoires autocentrées) ; le « frein-moteur », mis au point par Westinghouse (1) ; les garnitures de freins avec trame en fils de plomb, régularisant les portages et évitant les érosions des tambours (Ferodo) ; les directions (Gemmer) plus robustes et d'une meilleure progressivité et un amortisseur de direction (Bendix) ; les démarreurs (surtout pour poids lourds et moteurs Diesel) à engrenages toujours en prise et entraînement électro-magnétique (Paris-Rhône) (fig. 5) ; le graissage centralisé à dosage précis (Monocoup) ; les supports et transmissions antivibratoires (Sté Paulstra), etc.

Injection et carburation

Moteurs à explosion et moteurs Diesel

Dans le domaine des travaux nouveaux, il n'est pas inutile de signaler le regain d'intérêt qu'a donné à l'étude de la com-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 225, page 223.

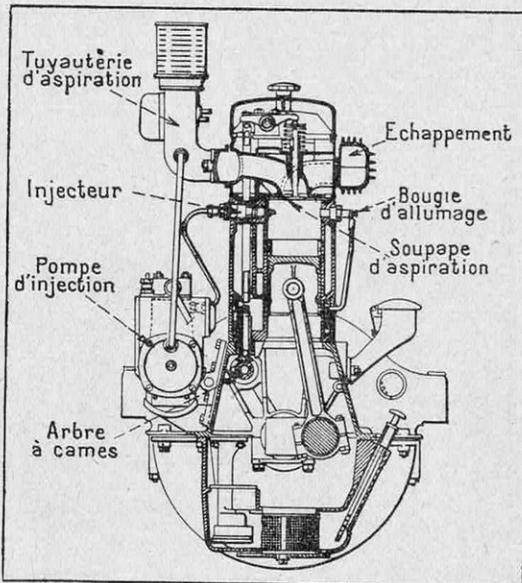


FIG. 6. — COUPE SCHEMATIQUE D'UN MOTEUR
D'AUTOMOBILE A INJECTION DE GAS OIL ET
A ALLUMAGE PAR BOUGIE

L'injecteur, placé en face de la bougie d'allumage, amène le gas oil sous pression avant la montée du piston au point mort haut. Le gas oil, vaporisé non par l'échauffement de l'air en compression, mais par la chaleur que cèdent les parois, s'enflamme par le jeu de la bougie normale d'allumage, dont l'action est commandée par un distributeur identique à celui d'un moteur à essence.

(Moteur Hesselman, type Scania-Vabis.)

bustion dans les moteurs (1) (à laquelle se consacrent, rien qu'en Europe, des savants comme MM. Dumanois, Véron, Boerlage, Labarthe, Serruys, Prettre, Darche, etc.) la création d'une instrumentation perfectionnée qui enregistre ces phénomènes si fugaces et si complexes (manographe optique Serruys, manographe photocathodique Labarthe). Les théories de la détonation, étroitement liées à la valeur optimum du taux de compression et à la qualité détonante des combustibles (indice d'octane pour l'essence, indice de cétène pour les carburants lourds) évoluent avec rapidité. On remarque avec curiosité certains moteurs Diesel

à faible compression et à allumage par bougie (moteur Hesselman) qui se rapprochent ainsi du moteur normal à 4 temps, qui, de son côté, pousse quelques avancées vers le Diesel avec l'injection d'essence liquide (remplaçant la carburation), que

(1) Voir dans ce numéro, page 245.

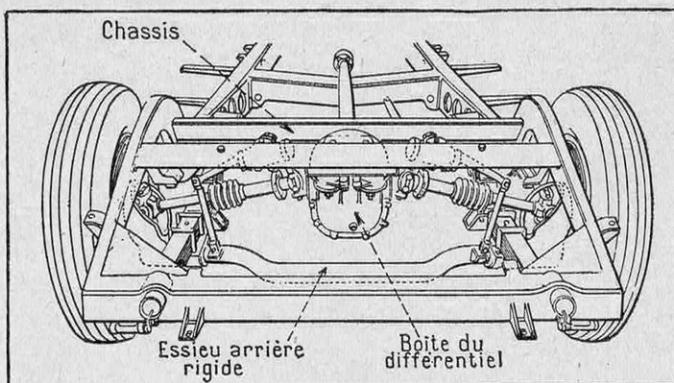


FIG. 8. — TRANSMISSION A DIFFÉRENTIEL SUSPENDU

La boîte du différentiel est solidaire du châssis et ne participe donc pas aux débattements des roues arrière. Celles-ci sont portées par l'essieu arrière rigide, s'appuyant sur les ressorts et chargé de maintenir les roues parallèles et à leur écartement constant. Les arbres de transmission jouent angulairement et quand les roues se soulèvent. (Horch.)

vient de réussir Labarthe. J'ai moi-même obtenu, dans une voie presque identique, de très encourageants résultats. Ce rapprochement progressif entre le moteur à explosion et le moteur à combustion s'était déjà fait sentir d'une manière plus concrète : similitudes de poids, vitesses de rotation, souplesse, facilité de démarrage (toutes choses égales d'ailleurs, bien entendu). Un excellent exemple est le petit Diesel 75x100 4 cylindres de Citroën (1), bien au point depuis l'an dernier et qui donne toute satisfaction, ainsi que le 2 1 600, 4 cylindres Mercedes Benz pour tourisme (fig. 9).

Vers la transmission automatique

Après des années d'efforts, qui n'ont pratiquement pas dépassé le cercle fermé des techniciens, la transmission automatique reparait sérieusement à l'horizon. Si nous ne voyons pas la boîte à engrenages de Henriod, dont on dit le plus grand bien, mais qui est sans doute partie se faire enterrer aux Etats-Unis, on nous fait admirer, par contre, l'ensemble moteur-transmission R. V. R. (Robin-van Roggen) adopté par la Société Minerva, et qui est peut-être le « clou » de cette exposition.

Le transformateur de couple, à leviers articulés (qui joue le rôle d'embrayage et de boîte de vitesses) fait corps avec le bloc-moteur. Le support variable de transmission qui règle le rapport des vitesses dépend de la position d'un piston auxiliaire, sur lequel s'exerce la pression d'huile du moteur (proportionnelle à la vitesse angulaire de celui-ci), plus ou moins atténuée

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 240, page 475.

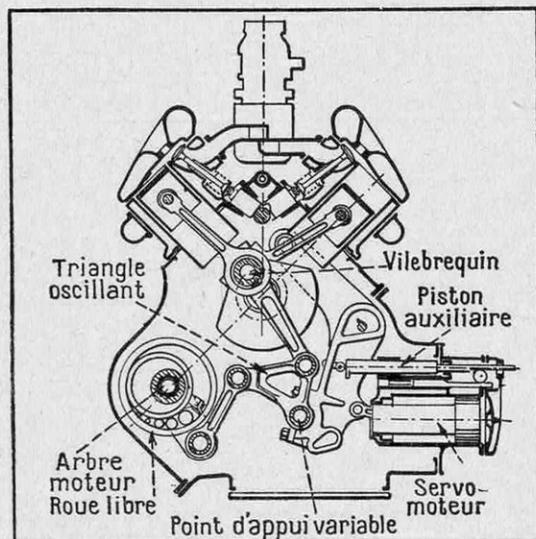


FIG. 7. — COUPE TRANSVERSALE DU MOTEUR ET DE LA TRANSMISSION AUTOMATIQUE R.V.R.

Le triangle oscillant autour du point d'appui variable transforme le mouvement circulaire du vilebrequin, auquel il est lié, en impulsions alternatives qu'il communique à la roue libre. L'amplitude et la vitesse de ces impulsions varient avec la position du point fixe, qui est sous la dépendance du servo-moteur à action automatique, contrôlé par le piston auxiliaire, lié lui-même à l'accélérateur de la voiture.

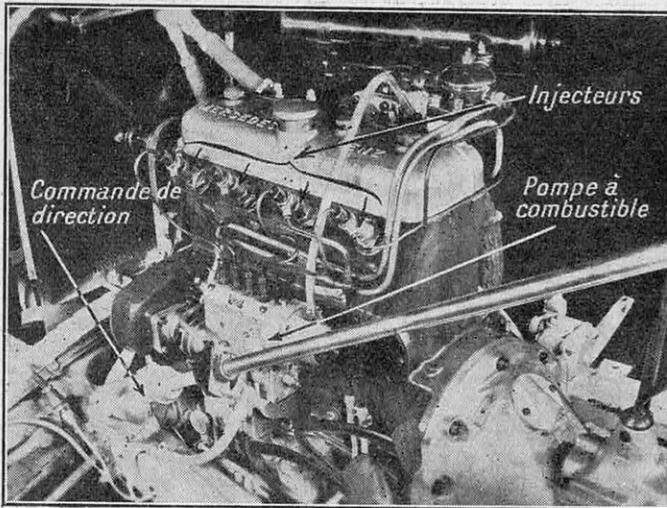


FIG. 9. — MOTEUR DIESEL POUR VOITURES DE TOURISME
Ce moteur, d'une cylindrée de 2,6 litres environ, a un encombrement très comparable à celui d'un moteur normal à essence de même cylindrée. Ses allures sont réglées par la pompe à combustible qui, sous l'action de l'accélérateur, injecte des quantités variables à volonté dans chaque cylindre. (Mercedes-Benz.)

par un tiroir de fuite, qui est sous la dépendance de l'accélérateur. Il en résulte un « équilibre mobile » entre la vitesse du moteur et la vitesse de la voiture (à traction avant), les impulsions motrices d'amplitude variable étant transmises à de curieuses roues libres sans temps morts avec une parfaite homocinétie (ce qui est peut-être le point le plus curieux du système). Une contre-roue libre, fonctionnant en sens inverse, solidarise automatiquement les roues motrices et le moteur, chaque fois que la vitesse de celui-ci tend à devenir inférieure à celle de la transmission (descente d'une côte). Il en résulte que le moteur peut être utilisé comme ralentisseur dans les mêmes conditions que pour une voiture à transmission rigide (sans roue libre). Le moteur à 8 cylindres en V comporte autant de roues libres qu'il y a de couples de cylindres opposés, soit 4 ; tout le mécanisme de transmission est enfermé dans le carter moteur, ce qui centralise complètement les graissages et réduit au minimum les dépenses d'entretien (1).

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 240, page 477.

Voitures allemandes et américaines

Nous avons déjà dit quelques mots des modèles allemands « économiques » ; parmi les voitures plus coûteuses qu'on nous présentera, citons : *Mercedes-Benz*, type 170 H à moteur arrière et refroidissement par air, sur châssis tubulaire central, déjà décrite l'an dernier ; également le type 170 V à moteur avant et châssis en X ; *Wanderer*, type W-25, 85 ch à compresseur ; *Horch*, 3,5 litres et 5 litres, 8 cylindres, voiture de luxe ; *Audi*, 6 cylindres, 55 ch, traction avant.

Toutes ces voitures sont montées avec suspension indépendante des roues avant, et Mercedes particulièrement à ses 4 roues indépendantes.

Parmi les voitures américaines qui sont exposées au Salon (la « General Motors » ne figurant pas dans la liste), nous sommes intéressés par la *Teraplane-Hudson* avec moteur à culasse aluminium, taux de compression 7, qui donne 100 ch à 4 000 tours par minute, la commande des vitesses se faisant par

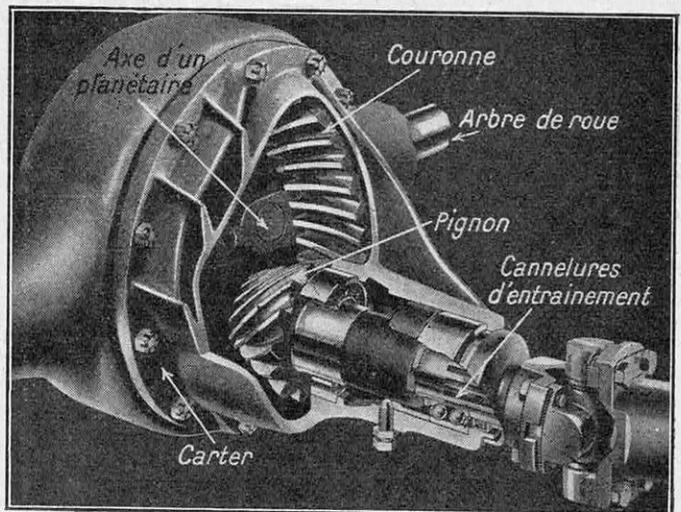


FIG. 10. — MÉCANISME DU PONT ARRIÈRE DIT « HYPOÏDE »
Le pignon d'attaque, à denture de forme complexe, se trouve ici placé au-dessous de l'axe de la couronne. Le surbaissément de l'arbre de transmission qui en résulte avantage la position de carrosserie; mais les effets de glissement (en plus du roulement relatif) qui prennent naissance entre les dentures provoquent parfois des érosions de celles-ci, si le graissage n'est pas confié à des lubrifiants spéciaux, du type Extrême-Pression.

système électro-pneumatique ; les voitures à compresseur : *Graham-Paige*, 8 cylindres 82×101 dont la turbine de compression en métal léger tourne jusqu'à 23 000 tours-minute ; *Auburn*, avec multiplication du compresseur réalisée par un système de galets de friction et, probablement, le pont à double démultiplication, qui donne jusqu'à 25 % d'économie de consommation et qu'il montait l'an dernier déjà. L'usage de cet organe commence à se répandre (« *General Motors* », « *Lincoln-Zéphyr* »). Sur les *Chrysler* et les *Studebaker*, en dehors d'autres détails techniques, on remarque l'emploi du pont « hypoïde » (fig. 10) —

toires en caoutchouc. Enfin, on trouve une vitesse surmultipliée automatique (*overdrive*), fonctionnant à volonté au-dessus de 55 km/h.

Les tendances actuelles en matière de voitures utilitaires

Nous ne voyons pas, au Salon de l'Automobile proprement dit, ceux des « poids lourds » qui ont, cette année, accusé les progrès les plus frappants ; mais le voisinage de notre grande Exposition internationale, où une section particulière est réservée aux autorails (1) — car c'est d'eux que je veux parler — nous engage à inciter nos lecteurs

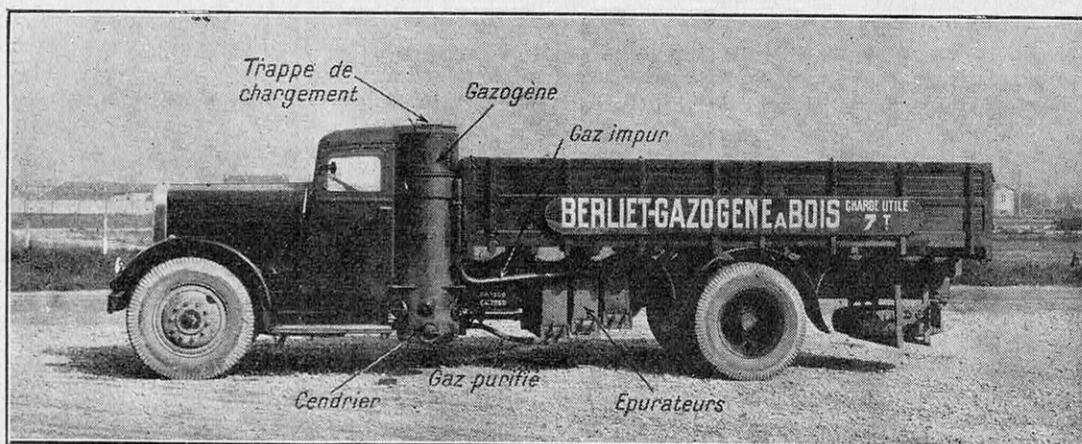


FIG. 11. — CAMION ALIMENTÉ PAR GAZOGÈNE AU BOIS

Le gaz, provenant de la combustion forcée du bois en vase clos (corps du gazogène), se rend dans les épurateurs, où il abandonne les produits acides et goudronneux — surtout les poussières — qu'il entraîne. Il se refroidit aussi avant de venir au « mélangeur » où il reçoit automatiquement l'appoint voulu d'air atmosphérique. Le mélange en proportions convenables accède alors aux cylindres. (Berliet.)

également adopté sur certaines productions de la « *General Motors* » et qui permet un abaissement du plancher de 50 mm et la suppression corrélative des « caves ».

Le graissage de ces ponts où se développent, entre pignon et couronne, des pressions formidables (atteignant jusqu'à $7\,000 \text{ kg/cm}^2$) reste un point délicat et exige des lubrifiants tout à fait spéciaux. Aussi certaines maisons évitent le couple « hypoïde » par l'emploi de pignons normaux conduits par des arbres inclinés, grâce à des joints de cardan acceptant de grands angles de fonctionnement (Briggs).

Les roues indépendantes avant, avec amortisseurs directs, sont généralisées. La plupart des châssis sont du type ultra-rigide avec renforcement par traverse en X. Les carrosseries, à capots arrondis, très débordants vers l'avant et ailes profilées enveloppantes, sont montées sur des tasseaux antivibra-

à leur rendre une attentive visite. Ils admireront les belles réalisations françaises de Michelin, Renault, Bugatti, Decauville, de Dietrich, etc., et des Grands Réseaux, avec moteurs à essence ou huile lourde et transmissions mécanique, hydraulique ou électrique. Déjà, par raison d'économie, certaines automotrices (réseau dit de l'Etat) fonctionnent avec gazogènes (2). Il faut se rappeler que, pour les grands parcours, l'autorail l'emporte sur l'automobile, en vitesse moyenne et en sécurité.

Sans entrer dans la description détaillée des poids lourds, qui progressent chaque année dans l'étude du détail et la qualité des fabrications, notons que les conditions économiques fixent de plus en plus l'intérêt des usagers sur les carburants de remplacement :

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 230, page 89.

(2) Il s'agit d'un moteur 12 cylindres en V, 215 ch Panhard, monté sur automotrice *Somua* à 75 places.

gaz de ville (appareils Pignot de la Compagnie du Gaz de Paris) (1); gaz comprimés ou liquéfiés (butane, propane, méthane) (2), naturels ou industriels (Latil, camions allemands et américains); hydrogène (résultant de la décomposition de l'eau par le courant des grandes centrales aux heures économiques) (3) qui est peut-être le carburant national de l'avenir; oxyde de carbone (gazogènes), fabriqué avec le bois (Berliet-Imbert), le charbon de bois, les mélanges (carbolux) et le charbon (Gohin-Poulenc, Panhard) (4). De grandes maisons, comme Latil, Panhard, Berliet, Renault, équipent elles-mêmes certains de leurs modèles avec gazogènes et moteurs spécialement établis (cylindrée et compression accrues pour tenir compte de la différence de puissance calorifique entre l'essence et le gaz de gazogène.) Le bénéfice d'exploitation est considérable, d'autant plus que de tels véhicules sont exonérés de tous impôts et taxes.

Dans le domaine des moteurs Diesel, qui ont envahi les poids lourds au-dessus de 3 t environ, nous n'enregistrons rien de spécifiquement nouveau depuis l'an dernier. Les caractéristiques moyennes des moteurs sont aux environs de 14 à 18 comme rapport de compression et de 175 à 230 g par ch-h comme consommation; le chemisage des cylindres et l'emploi de l'aluminium se généralisent; la filtration du combustible avec extraction de l'air entraîné, et le dosage exact de l'injection dans les cylindres par des pompes de haute précision (*Précision Mécanique, R. B., Bosch, Scintilla*) sont tout à fait au point. L'étude des formes d'injecteurs et des chambres de combustion se poursuit avec succès (moteurs à injection directe, à précombustion, à chambre additionnelle), et produisent de meilleurs ralents et une réduction des fumées.

La présentation des voitures utilitaires évolue également vers une standardisation d'aspect, commandée par leur emploi: cabine de conduite métallique bien fermée, renfermant souvent le moteur (suppression du capot); servo-direction sur les véhicules

lourds (*Renault*); trappes d'accès pour le mécanisme; séparation du moteur et de la boîte de vitesses; châssis assemblé par soudure électrique; pont arrière surbaissé à double réduction, ressorts à flexibilité variable, carrossage des essieux arrière à pneus jumelés, etc.

N'oublions pas, dans ce domaine, la *voiture électrique*, qui rend d'immenses services pour la livraison porte-à-porte et qui devrait s'imposer de plus en plus dans les transports urbains (autobus, ambulances, enlèvement des ordures ménagères), parce qu'elle monopolise une caractéristique qui deviendra bientôt essentielle: le *silence*.

Je ne voudrais pas terminer cette brève revue, sans attirer l'attention sur une très curieuse machine, le *compresseur à pistons « libres » de Pescara*. C'est un compresseur d'air sans volant ni organes cinématiques de transmission, et qui fonctionne avec du mazout. Cet appareil, utilisé surtout pour les applications industrielles de l'air comprimé (en particulier la construction des routes) s'apparente cependant à l'automobile, et par la nature de son fluide moteur, utilisé suivant le cycle Diesel, et par une de ses dernières applications sur locomotive, que vient de réaliser le réseau de l'État. L'air comprimé travaille en se détendant dans un système cylindres-pistons-bielles analogue à celui des machines à vapeur ordinaires et avec un rendement se comparant très favorablement à celui des locomotives avec moteur Diesel à transmission mécanique normale.

Malgré l'inévitable standardisation des modèles, qui marche de pair avec leur progrès, nous venons de voir que ce Salon de 1937, né dans l'ambiance de la plus importante de nos Expositions Internationales, est d'un vif intérêt par la hardiesse de certaines solutions de détail. *L'importance de celles-ci tient à ce qu'elles sont précisément susceptibles de modifier, à brève échéance, les éléments de cette standardisation.* Je serai heureux d'être parvenu à montrer ces possibilités d'avenir et à inciter le plus grand nombre de nos lecteurs à venir juger par eux-mêmes des progrès médiats et immédiats ainsi réalisés par les Ingénieurs de l'Automobile.

CH. BRULL.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 213, page 251.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 222, page 483.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 222, page 488.

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

La Société des Nations a établi que l'indice moyen de la production industrielle en Europe est actuellement de 7% supérieur à celui de 1929, mais pour la France, il est, par contre, inférieur à cette moyenne de 25%. Il apparaît donc qu'entre notre pays et les autres nations européennes la différence est de 32%. Cet écart est énorme et nous incite à en tirer les conséquences en vue de trouver les remèdes à cette situation.

L'AUTOMOBILE ET LA VIE MODERNE

Les automobiles de construction étrangère en France. — De l'usure des cylindres, pistons, segments dans les moteurs à carburant. — Moteurs à combustible liquide et calamine. — Souplesse dynamique et démultiplication. — Nouveaux indicateurs pour le jaugeage de l'essence.

Les automobiles de construction étrangère en France

LE président du Groupe de l'Automobile de la Chambre des députés a récemment exprimé pour quelles raisons il devenait, selon lui, nécessaire de relever notre tarif douanier dans le domaine des importations d'automobiles étrangères en France et d'en réglementer l'introduction par contingentement. La situation est en effet inquiétante : 308 000 voitures construites en 1930 ; 209 000 seulement en 1936. Or, notre industrie pourrait fabriquer normalement 400 000 véhicules par an ! Voici encore d'autres chiffres aussi peu rassurants. Automobiles immatriculées dans le département de la Seine en 1932, 414 unités, moyenne mensuelle ; en 1937, cette moyenne tombe à 239. Mais voici encore une constatation plus grave : les voitures d'origine étrangère passent pendant la même période de 83 (moyenne mensuelle) à 285. Et la statistique continue ainsi à nous éclairer sur la menace qui plane sur le marché de l'industrie automobile française. Sur 290 000 voitures immatriculées en 1936 (Seine), 7 209 véhicules automobiles de catégories diverses (tourisme, industrie, etc.) étaient d'origine étrangère. Comme la fabrication de l'automobile en France fournit au Trésor Public environ 5 milliards de recettes par an on peut se demander si, là encore, les ressources de l'Etat ne s'amenuiseront pas plus encore demain... Si, en effet, les importations augmentent, il est évident qu'en contre-partie (puisque le chiffre des voitures neuves ne va pas croissant) c'est la production de nos usines qui diminue, créant ainsi moins de bénéfices, par suite moins d'impositions et engendrant plus de chômage ou la réduction des heures de travail, ce qui correspond à moins de salaires versés aux ouvriers. C'est un cycle infernal dont il est malaisé de s'évader... Remarquons encore qu'en ce qui concerne nos importations le nombre des véhicules de provenance étrangère montés en France s'accroît également, car les « pièces » acquittent des droits moindres que si la voiture arrivait toute montée et équipée (prête à rouler) de son pays d'origine. En dépit des droits

protecteurs actuels, cependant élevés, nos concurrents d'Amérique (notamment) sont parvenus à abaisser encore leur prix de vente de 30 à 40 %, et cela en moins de cinq ans ! En outre, la dévaluation du dollar aux Etats-Unis n'est pas étrangère à cette situation qui avantage les voitures américaines déjà si appréciées en Europe. En France, les prix de revient, bien au contraire, n'ont pas profité de la dévaluation du franc, en octobre 1936, par suite des nouvelles charges à la production. Cet exposé du président du groupe parlementaire automobile a été quelque peu rectifié par le président de la Commission des Douanes à la Chambre, qui estime que, si l'on tient compte des véhicules mécaniques non plus seulement immatriculés dans le département de la Seine, mais de ceux enregistrés sur l'ensemble du territoire, on arrive à des conclusions quelque peu différentes : en avril dernier, 15 035 unités ont été vendues et provenaient de fabrication française contre 637 étrangères ; 1 811 camions français contre 91 importés. Remarquons ici qu'on ne tient pas compte des véhicules introduits en pièces détachées, et c'est une quantité qui n'est pas négligeable ainsi qu'on l'a vu plus haut. Cela change tout puisqu'en 1933 ce dernier cas (automobiles introduites par pièces isolées) n'avait pas été envisagé à l'époque de l'établissement des contingents. Une fois de plus, cela prouve aussi que l'on peut faire dire ce que l'on veut aux statistiques, suivant la thèse que l'on cherche à défendre ! Mais, quoi qu'il en soit, il y a un fait patent sur lequel tout le monde, hélas ! est d'accord ; c'est la diminution de la production nationale dans les industries de l'automobile. Admettons que le contingentement (qui n'est que la limitation des importations) s'impose, ... mais à une condition : c'est qu'au travers des barrières douanières ne passent plus des pièces détachées nombreuses et variées, et cela sans restriction, et même aussi des véhicules industriels en ordre de marche ! Nous n'ignorons pas non plus comment des moteurs de tourisme sont montés de « toutes pièces » sur notre territoire avec des éléments importés des usines américaines. A ce propos, rappelons que s'il faut, à titre de comparaison, 100 heures de main-d'œuvre française pour

« monter » un moteur de tourisme (à la chaîne), il eût fallu au moins 1 800 heures (1) pour la « fabriquer » dans sa totalité même dans une usine moderne des mieux outillées.

De l'usure des cylindres, pistons, segments dans les moteurs à carburation

DANS une étude récente, M. Prévost, ancien élève de l'École Polytechnique, a étudié minutieusement l'usure des cylindres des moteurs à carburation (automobiles, etc.). Après un examen analytique complet de ce problème de l'usure des cylindres, inséparable de celui de l'usure des pistons et surtout des segments, cet ingénieur particulièrement qualifié a étudié successivement les points suivants : usure normale des cylindres, causes d'usure des cylindres (corrosion, abrasion), principaux éléments d'usure des cylindres (matière, dessin, distorsion, finition), d'après les remarquables travaux de la Commission des Recherches de la Société des Ingénieurs de l'Automobile britanniques sous la savante impulsion de son directeur, M. Williams, qui a publié à ce sujet une documentation précieuse et inédite. Après avoir passé en revue les causes d'usure des pistons (matière, dessin, tolérances), des segments (matière, largeur, pression radiale, dessin, tolérances, finition), l'auteur envisage les conditions de fonctionnement du moteur au point de vue de sa vitesse de rotation, de l'influence de la charge, du fonctionnement intermittent ou irrégulier, de la température, ainsi que le phénomène de carburation : caractéristiques des carburants, loi de distillation, température du mélange, rôle des impuretés, soufre, poussières de l'air, gommes, alcool, valeur antidétonante (carburants indétonants), richesse du mélange, graissage des « hauts » de cylindres, emploi du graphite colloïdal. En ce qui concerne le graissage, — action sur l'usure des alésages et des segments, — il est difficile de déterminer l'action des diverses caractéristiques des lubrifiants et du graissage, bien que toute usure anormale résulte en général d'un graissage insuffisant ou inapproprié. Ce problème, particulièrement délicat à résoudre, dépend de la composition de l'huile, de la viscosité, de la dilution, de la quantité d'huile envoyée aux cylindres et même des souillures de l'huile. Et voici les conclusions catégoriques de l'ingénieur Prévost, car, dans l'état actuel des travaux sur l'usure des alésages, il est possible d'en tirer en effet quelques conclusions certaines, bien que nombre de points restent à préciser :

(1) Il n'est pas question ici de la mécanique agricole, sujet de la plus haute importance sur lequel il y aura lieu de revenir. Il ne faut pas perdre de vue que, dans ce domaine, notre équipement rural dépend non seulement du prix du matériel accessible aux cultivateurs, mais surtout de l'adaptation rationnelle de cet outillage qui leur est offert, parfois dans des conditions qui ne répondent que partiellement aux exigences de nos procédés de culture en France.

Il est certain que la perfection de la fabrication est un élément prépondérant de la durée des moteurs (précision des usinages, perfection des finitions et des appareillages). Il appartient à l'ingénieur d'études d'éviter les distorsions et les points chauds, aidé en cela par le laboratoire. Il est non moins certain qu'il faut protéger le moteur contre les poussières et les impuretés diverses : l'adoption généralisée de filtres est nécessaire... mais la technique des filtres et de leur entretien exige encore d'être précisée. D'autre part, la température de l'eau de circulation doit être contrôlée en vue d'un réchauffage aussi rapide que possible : l'emploi des thermostats se généralise, mais leur technique est encore loin d'être entièrement satisfaisante.

Il est également certain que la combustion parfaite est désirable ; les problèmes d'allumage (qualité de l'étincelle, lois d'avance), de carburation (préparation et dosages des mélanges), de turbulence (forme des culasses) doivent être scientifiquement étudiés avec le plus grand soin. Les problèmes exigeraient encore bien des recherches avant que ne soit réduit au minimum « le rôle du conducteur » pour arriver à supprimer les combustions imparfaites et les encrassements. Il est évident que le graissage joue aussi un rôle important, et de par le dessin des divers organes, et de par la qualité du lubrifiant.

Enfin, il est à souhaiter que les matériaux susceptibles de donner les meilleurs résultats soient prochainement mieux étudiés pour être mieux connus : il serait donc fort utile pour les constructeurs que des métallurgistes « travaillent » à mettre au point définitivement cette question primordiale pour les alésages, les pistons et leurs revêtements éventuels, les segments.

Moteurs à combustible liquide et calamine

LA formation de la calamine (dépôt charbonneux se formant sur les fonds de pistons, les soupapes et les parois de la chambre d'explosion d'un moteur), est attribuée, d'une part, à l'emploi d'un mélange trop riche en carburant — d'où combustion incomplète — et, d'autre part, à la carbonisation des vapeurs d'huile. Or, le grand pouvoir absorbant de la calamine provoque un échauffement exagéré, et, par suite, le phénomène d'auto-allumage qui fait « cogner » le moteur (1). L'étude du mécanisme de la formation de la calamine est donc d'une réelle importance pratique. Pour connaître l'origine de ce produit et en discerner la part imputable au carburant et à l'huile, des expériences ont été récemment effectuées en utilisant comme combus-

(1) Pour éviter le calaminage du moteur, on peut notamment mélanger du camphre naturel à l'essence (5 g pour 20 litres). Quant au décalaminage, il peut être effectué au moyen de certains produits qui évitent le démontage du moteur et le grattage des organes.

tible l'hydrogène — qui, lui, ne donne en brûlant que de la vapeur d'eau. Après chaque essai, le piston est enlevé du cylindre, dégraissé au chloroforme, séché et pesé. La calamine — qui, dans ces conditions, ne provient que de l'huile — est très dure, très adhérente et diffère sensiblement de celle que l'on observe habituellement dans les moteurs à essence. Voici des résultats concluants : après 225 000 explosions, le poids de la calamine varie de 103 à 114 mg avec de l'huile neuve et de 109 à 130 mg avec la même huile usagée. Ces expériences, exécutées ensuite en remplaçant l'hydrogène par de l'essence « tourisme », ont montré que le dépôt formé, toujours très dur, est moins adhérent et tend à s'écailler ; de plus, un excès de carburant n'accroît pas ce dépôt, l'essence paraissant ainsi « laver » le piston. Il faudrait donc conclure, d'après les expérimentateurs, d'abord que le degré d'usure de l'huile n'intervient presque pas, ensuite que le calaminage est surtout une question de carburation. Mais les fabricants d'huile de graissage ne seront peut-être pas de cet avis...

Souplesse dynamique et démultiplication

LA dernière compétition automobile du Rallye marocain a mis en évidence l'importance d'une démultiplication bien choisie au point de vue du rendement d'une voiture. Le circuit comportait, en effet, une côte de 11 km, montant en moyenne à 7,5 % avec de nombreuses variations de pente nécessitant, par suite, de fréquentes variations de l'effort à la jante des roues motrices. Dans ces conditions, certaines voitures en ont nettement « battu » d'autres cependant moins lourdes et équipées de moteurs plus puissants. Ce résultat (d'apparence paradoxale) provient du défaut de souplesse dynamique du moteur à explosions, qui doit tourner à une vitesse voisine du régime pour lequel il a été établi, sous peine d'accuser une diminution rapide de son couple et de son rendement. Or, c'est précisément pour fournir au groupe propulseur cette souplesse que la démultiplication s'impose. Une boîte de vitesses doit donc permettre de produire sur les roues motrices le couple exigé, en tenant compte des circonstances de la route, tout en maintenant à peu près constant le régime du moteur. L'expérience du Maroc l'a confirmé, puisque des voitures munies de boîtes à quatre démultiplications ont grimpé plus rapidement que d'autres, plus puissantes (consommant davantage), mais à trois vitesses seulement. Une voiture de 1 500 cm³ a gagné ainsi plus de 2 mn sur les 11 km de côte par rapport à une voiture de plus de 4 litres ! Les Américains, qui établissent aujourd'hui des moteurs plus « poussés » qu'auparavant, ont enfin compris cet

avantage indiscutable et adoptent maintenant la boîte à quatre démultiplications (« Chrysler »). Si certains conducteurs ont comme idéal de ne jamais changer de vitesse, c'est là une utopie étant donné les propriétés mêmes du moteur à explosions (manque de souplesse dynamique). La solution du problème de la commodité de conduite doit donc être recherchée non dans la diminution du nombre de démultiplications, mais dans la mise au point aussi parfaite que possible de l'automatisme dans le changement de vitesse selon les circonstances de la route.

Nouveaux indicateurs pour le jaugeage de l'essence

LES nombreux appareils indiquant à distance le nombre de litres d'essence contenus dans le réservoir placé à l'arrière d'une voiture utilisent l'électricité, qui permet de transmettre automatiquement au tableau de bord les variations du niveau du carburant. Le principe en est fort simple : dans ses mouvements de montée ou de descente, le flotteur du réservoir agit sur le curseur d'un rhéostat électrique faisant partie d'un circuit alimenté par la batterie et comprenant à l'autre extrémité (tableau de bord) le récepteur constitué par un ampèremètre. Les variations de résistance du rhéostat selon la position du curseur, et, par suite, du flotteur, se traduisent donc instantanément par des variations de l'intensité du courant qui parcourt le circuit et par une déviation plus ou moins considérable de l'aiguille de l'ampèremètre. Il suffit que le cadran soit gradué en litres pour connaître la quantité d'essence du réservoir. Cependant, sans précaution spéciale, les indications de l'ampèremètre dépendraient de l'état de charge de la batterie. On sait, en effet, que, dans de tels appareils (1), c'est l'attraction résultant du champ électromagnétique produit par le passage du courant dans une bobine qui provoque les déplacements d'un noyau de fer doux dont l'aiguille indicatrice est solidaire. Le débit de courant étant fonction de la tension — pour une résistance donnée, — une batterie déchargée rendrait par suite illusoire l'étalonnage du cadran de l'ampèremètre. Aussi, pour ces indicateurs de niveau, utilise-t-on maintenant un double circuit et l'ampèremètre comporte-t-il deux bobines. L'équipage mobile de cet ampèremètre s'oriente ainsi suivant la résultante des champs des deux bobines. Si la tension des accumulateurs diminue, le champ décroît proportionnellement dans chaque enroulement, de sorte que, dans ces conditions, la direction de la résultante ne varie pas. La consommation d'énergie est faible (0,1 ampère au maximum sous 12 volts). Elle est, du reste, nulle au repos, puisque le circuit est coupé en même temps que celui de l'allumage du moteur.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 151, page 14.

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.

L'aviation française aux manifestations spectaculaires de 1937

LES appareils de l'aviation française que vous avez vu évoluer en juillet dernier lors des grandes manifestations aériennes ne comprenaient pas, évidemment, nos tout récents modèles destinés à remplacer le matériel déjà ancien actuellement en service. Celui-ci comporte notamment les bombardiers *Lioré* (2 moteurs) vieux de dix ans, les *Bloch-200* qui ne dépassent pas 200 km/h, les *Potez-54* (bois, toile, métal) qui atteignent à peine 240 km/h. Ils étaient donc à peu près tous de types anciens (sauf les *Bloch-210* dont la vitesse est voisine de 300 km/h au maximum). Mais, actuellement, on fait beaucoup mieux à l'étranger : le *Heinkel* (Allemagne) dépasse 330 km/h, le *Bristol* (Angleterre) et le *Glenn Martin* (Etats-Unis) effectuent couramment, d'après nos derniers renseignements, des vitesses de croisière de l'ordre de 310 km/h. En France, le programme en voie d'exécution comprend également des appareils aussi modernes (puissance, armement, vitesse). C'est la lenteur relative de nos fabrications qui ne permet pas encore d'équiper nos forces aériennes aussi rapidement que le désirerait le ministre de l'Air. Pour les chasseurs notamment, nous avons en fabrication d'excellents appareils tels que le *Morane-405* et le *Dewoitine-510* qui remplaceront avantageusement les « vieux » Nieuport et Dewoitine qui ne sauraient maintenant rivaliser sérieusement avec les récents avions de chasse.

La radio et l'aviation transatlantique

LES traversées aériennes expérimentales de l'Atlantique-Nord, dans les deux sens, entre l'Irlande et Terre-Neuve, ont donné lieu, en effet, à des vols de nuit, avec utilisation de la radiogoniométrie sans « effet de nuit » (1), dont le principe a été imaginé par l'Anglais Adcock, procédé qui a permis d'éliminer les composantes gênantes de l'onde hertzienne et d'assurer ainsi une

1) Voir *La Science et la Vie*, n° 237, page 192.

précision — angulaire — de l'ordre de 2°. Par suite de leur position géographique, les stations chargées de suivre les avions dans leurs déplacements d'Europe vers l'Amérique ne peuvent encore fournir aux navigateurs aériens une précision suffisante. Les stations américaines et européennes, pour renseigner l'avion en cours de route, tracent, sur leurs cartes respectives, les directions dans lesquelles elles ont « relevé » l'émission du poste radio à bord. Après s'être communiqué ces résultats — par T. S. F. — elles tracent sur la carte ces directions ainsi repérées. Le point de rencontre de ces tracés fournit alors le « point », qui est immédiatement transmis à l'avion par radio. Mais l'intersection de deux droites se détermine avec d'autant plus de précision que ces droites se coupent sous un angle plus voisin de 90°. Or, pour les raids transatlantiques, les stations radiogoniométriques situées de part et d'autre de l'Atlantique se trouvent précisément vers les extrémités de la ligne aérienne transocéanique. Les directions joignant l'avion à la station américaine et à la station européenne forment donc, entre elles, un angle très aigu. Leur point de rencontre est ainsi malaisé à repérer avec exactitude. La méthode radiogoniométrique ne sera vraiment efficace que lorsque des stations auront été établies hors de la ligne exploitée, aux Açores et au Groenland, par exemple.

Le nouvel hydravion de la marine américaine

MAIS oui, le nouveau quadrimoteur américain *Sikorsky* poursuit actuellement ses essais en grand secret (autant que possible !). C'est un hydravion qui se trouve à Bridgeport — près de New Haven (U. S. A.) — et qui pèserait, dit-on, 25 t en charge ; il serait propulsé par quatre moteurs, de puissance totale dépassant 4 000 ch, qui sont évidemment des Pratt et Whitney-Wsap. L'appareil, destiné aux forces aériennes de la marine de guerre de l'U. S. A., a déjà atteint la vitesse de 400 km/h, car la presse américaine l'a tout récemment proclamé. Un point encore à signaler : ces quatre moteurs sont dissi-

mulés dans les ailes, de façon à éviter toute saillie nuisible à la *finesse* de l'aéronef.

Quant au rayon d'action (point capital pour les missions à remplir avec retour à la base), il serait bien supérieur à 3 000 km (sous toutes réserves). La célèbre « Douglas Aircraft Corporation » aurait déjà reçu commande du « Navy Department » pour une centaine de ces appareils tout récemment adoptés. Ces hydravions seraient destinés aux deux futurs navires porte-avions (de près de 20 000 t) qui, suivant le programme naval américain, devraient entrer en escadre dès 1938. Ce nouvel appareil de combat, non seulement comporte les derniers perfectionnements mécaniques et d'armement (nouveaux dispositifs électriques de lance-bombes, notamment), mais un confort comparable à celui de certains navires de la puissante marine américaine (postes d'équipages parfaitement aménagés, installations frigorifiques et hygiéniques, etc.). Nous aurons du reste l'occasion de revenir sur l'aviation militaire aux Etats-Unis, actuellement en pleine évolution, puisqu'en 1940, les « vieux » matériels seront remplacés et la flotte aérienne devra alors comprendre le double d'appareils de celle d'aujourd'hui ! Les finances du président Roosevelt sont ainsi mises à rude épreuve, puisque, parallèlement, le même effort de réarmement s'accomplit dans le domaine naval !

Electrisation et sécurité en aviation

IL est indéniable que certaines défaillances de la radio constituent, pour la navigation aérienne à grande distance, un danger redoutable, plus redoutable même que les fautes de pilotage ou le givrage (1). Parmi les causes susceptibles de troubler le fonctionnement des émetteurs-récepteurs d'ondes hertziennes, il faut citer : l'allumage électrique des moteurs, dont un blindage rigoureux des circuits annule efficacement les effets perturbateurs et le phénomène de l'électrisation de l'avion lui-même, qui s'oppose alors aux réceptions correctes. On attribuait jusqu'ici ce trouble à la chute, sur l'antenne du poste de radio, de gouttelettes d'eau chargées d'électricité. M. Huccke, de l'« United Air Lines (E. U.) » a montré récemment qu'il fallait voir là un effet de la décharge irrégulière de l'électricité statique accumulée sur l'avion, soit lors des changements d'altitude, soit lors de la traversée des nuages électrisés. Un avion se déplace, en effet, dans un champ électrostatique résultant, d'une part, de la charge positive de l'air, d'autre part, de la charge superficielle négative de la terre, champ qui correspond normalement à une différence de tension de 100 V par mètre d'altitude. Pendant et après un orage, le champ électrostatique peut atteindre des valeurs de 10 à

20 fois supérieures à celles enregistrées par temps normal. Or, un avion ne constitue pas un conducteur parfait, même s'il est métallique, par suite de la présence des nombreux « joints » nécessaires à sa construction. Par conséquent, les charges électriques dont il est le siège ne peuvent pas s'écouler aisément d'une partie à l'autre de l'appareil pour aboutir à un état d'équilibre stable. Dans de telles conditions, le passage irrégulier d'une certaine quantité d'électricité d'un point à un autre de l'avion provoque par *induction* sur l'antenne du poste de radio, des courants qui, amplifiés, produisent aux écouteurs des bruits qui troublent sérieusement la réception. Le remède préconisé par M. Huccke consiste à faciliter l'écoulement de l'électricité à l'arrière de l'appareil — au lieu du bord de fuite des ailes — en faisant traîner un fil métallique d'une dizaine de mètres, relié à la queue de l'avion à travers une résistance électrique pour limiter l'intensité des courants. En outre, les charges locales doivent être évitées par la métallisation de toutes les parties normalement isolantes. En particulier, les dégivrateurs (chambres de caoutchouc dont le gonflage fait éclater la croûte de glace formée sur le bord d'attaque des ailes) doivent être fabriqués en caoutchouc conducteur d'électricité, de même que les pneus d'atterrissage. Les études expérimentales de l'Américain Huccke ont été effectuées à terre dans un hangar d'Oakland (Californie), où il a pu porter l'avion soumis aux essais — isolé du sol — à des tensions statiques de 100 000 V sans constater aucune perturbation dans la radioreception.

L'éclairage à Paris

A l'occasion de l'Exposition de 1937, nous avons constaté, en effet, que le gaz comprimé vient de céder la place à l'électricité, qui alimente des candélabres à grande console pour élever les foyers lumineux à 9 m de haut dans les voies bordées d'arbres. Certains appareils comportent aussi un éclairage indirect du fût au moyen de projecteurs.

Parmi les autres types — ceux-là créés pour la durée de l'Exposition — les candélabres « hydro-lumineux », installés avenue Montaigne, reposent sur un principe bien connu, mais jamais utilisé jusqu'ici pour l'éclairage public. Ils se composent d'un fût comportant des gouttières longitudinales, abritant des tubes luminescents dont le but décoratif est « d'agrémenter » le support, tout en accroissant l'éclairage dans la zone située sous le plan horizontal du foyer lumineux proprement dit. Celui-ci est constitué par une lampe à armature étanche, placée au fond d'un globe sphérique en verre rempli d'eau. Ce globe serait fort peu lumineux — l'eau n'assurant pas la diffusion de la

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 221, page 411.

lumière, — si une tuyauterie branchée sur le réseau municipal d'air comprimé ne provoquait la formation de bulles d'air au sein du liquide. Ces bulles éclairées constituent alors un bon diffuseur de lumière et donnent ainsi l'impression que l'eau est portée à l'ébullition. De son côté, le courant d'air assure le refroidissement de la lampe (1).

Fluorescence et éclairage souterrain

PARMI les divers types d'éclairage à l'essai dans les différentes stations du Métropolitain de Paris, celui que vous avez remarqué à « Alma-Marceau » et « Opéra » constitue une nouvelle application des tubes fluorescents que nous avons déjà présentés ici (2). Ils sont aussi utilisés sur la Tour Eiffel (3). On a fait ici appel à la fois à la *luminescence* et à la *fluorescence* (4). Un quai de station serait éclairé sur 70 m de long par 16 groupes de 4 m 40 comportant chacun deux tubes parallèles, l'un au néon de coloration rouge (*luminescence* de ce gaz), l'autre de coloration verte, obtenue par la présence sur la paroi interne du tube d'une faible couche de sels de calcium additionnés de terre rare comme le samarium dont la *phosphorescence* est excitée par les radiations ultraviolettes émises par la vapeur de mercure sous faible pression (1 mm de mercure). La combinaison du rouge et du vert produit ainsi une lumière dont le spectre est très voisin de celui de la lumière solaire. La consommation totale pour 2 quais par station est d'environ 12 kW, soit le double de celle des lampes à incandescence. Par contre, le flux lumineux émis est de 1 800 lumens par m, soit 21 lumens pour un watt, notablement supérieur à celui des lampes à incandescence ordinaires (5). Cet éclairage uniforme est de l'ordre de 55 lux alors que l'ancien éclairage ne donnait que 8 à 10 lux.

Le franc et l'or

VOICI les renseignements demandés concernant le franc rattaché à l'or (étalon). Le premier franc, frappé en 1330 par Jean le Bon, était une pièce d'or pesant 3 877 mg. Jusqu'en 1914, le franc du 17 germinal an XI (avril 1805) resta défini par 322,58 mg d'or au titre 0,900, soit 290,322

d'or fin. Le franc du 25 juin 1928 (Poincaré) correspondait à 65,5 mg d'or au titre 0,900, soit 58,95 mg d'or fin. Le franc de 1936 (1^{er} octobre, dévaluation Auriol) pouvait se mouvoir entre 43 et 49 mg d'or au titre 0,900, soit entre 38,7 et 44,1 mg d'or fin. Le franc de 1936 ne vaut donc plus que le centième de celui de 1360.

Franc de	Valeur en mg d'or à 0,900	Valeur en mg d'or fin
1360		3877
1805-1914 ..	322,58	290,322
1928	65,5	58,95
1936	de 49 à 43	de 44,1 à 38,7
1937, p ^r la livre à 132,90	39	35,1

Le décret-loi du 1^{er} juillet 1937 modifiant la loi monétaire du 1^{er} octobre 1936 fait du franc français une monnaie « flottante », c'est-à-dire détachée de l'ancienne monnaie. Sa teneur en métal sera fixée ultérieurement. L'abandon de l'étalon-or est apparu nécessaire pour éviter l'hémorragie du métal de la Banque de France, qui, rien qu'en juin dernier, avait dû livrer 8 milliards d'or.

A propos des nouveaux avions de bombardement anglais et allemands

IL est exact que de nouveaux appareils de bombardement vont entrer en service d'ici peu dans les forces aériennes de la Grande-Bretagne et de l'Allemagne. Parmi ceux-ci, le bimoteur bombardier anglais *Bristol Blenheim* sera, jusqu'à nouvel ordre, considéré comme le plus rapide du monde dans sa catégorie. Sa vitesse serait en effet de 450 km/h (maximum) à 4 600 m environ d'altitude ; à 6 000 m, elle dépasserait encore 430 km/h. Les deux moteurs « Mercury VIII » sont à compresseurs et, vers 4 000 m d'altitude, la puissance développée est de 800 ch environ (795-825). Ces bombardiers entraieraient en escadrille d'ici six mois ; leur équipage comprendra un pilote, un navigateur bombardier, un mitrailleur-radiotélégraphiste. En pleine charge, l'appareil pèse près de 5 500 kg dont 2 200 kg (approximativement) de charge utile (bombes). L'armement définitif de ce bombardier est constitué par une mitrailleuse *five* lourde (calibre de l'ordre de 13 m/m) et une mitrailleuse *orientable* (sous tourelle) de calibre plus petit. C'est tout ce que nous pouvons encore en dire ici pour l'instant. Mais on fait aussi bien dans l'aviation de bombardement allemande. En effet, voici le *Dornier-17* bimoteur multiplace qui, déjà en service dans les formations aériennes du Reich, atteint couramment 375 km/h. Ce fut un triomphe pour cet appareil au meeting international

(1) D'autres projets avaient été primitivement envisagés : pour la place de la Concorde (350 × 220 m, soit plus de 7 hectares), on devait disposer, en dehors du cadre de la place, 10 poteaux télescopiques de 30 m de hauteur supportant chacun 6 lampes à incandescence de 1 500 W avec réflecteurs répartis le long d'un cylindre de 3,5 m de hauteur ; pour l'avenue des Champs-Élysées (27 m de large, plus des trottoirs de 22 m) l'on avait prévu l'emploi de candélabres de 12 m de haut, dissimulés dans les arbres, et à double console (un feu pour la chaussée, un pour le trottoir). Des foyers spéciaux, à 4,5 m du sol, devaient assurer l'éclairage des arbres par dessous.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 237, page 242.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 242, page 137.

(4) Voir *La Science et la Vie*, n° 144, page 447.

(5) Voir *La Science et la Vie*, n° 229, page 42.

de Zurich, cette année même (1). Devant de telles performances aussi impressionnantes, réalisées par les matériels, soit en essais en 1937-38, soit destinés très prochainement à l'aviation de bombardement, on est en droit de se demander comment l'aviation de chasse française (dont les unités actuellement en service volent à quelque 230 km/h) pourrait donner « efficacement » cette chasse à des « bombardiers » qui atteignent déjà la vitesse de 375 km/h, en attendant mieux encore, si on en juge par nos renseignements concernant les appareils britanniques du type *Blenheim-Bristol*. Espérons qu'en France, où les compétences et les bonnes volontés ne manquent pas, les constructeurs pourront enfin « sortir » en qualité et en quantité des appareils de valeur comparable. Tout est une question de commandement et d'organisation, et les crédits ne manquent pas. Il ne faut pas oublier que le Parlement ne les a jamais ni refusés, ni restreints, et que le budget de l'aéronautique française (Ministère de l'Air) est l'un des plus élevés du monde. A ce prix, nous n'en avons pas pour notre argent, du moins quant à présent.

Voitures de course allemandes

LES compétitions internationales automobiles de cette année ont mis en évidence la supériorité des voitures de course allemandes. Les constructeurs du Reich ont, en effet, perfectionné sans cesse — avec quelle méthode et quelle maîtrise ! — leurs véhicules au point de vue mécanique. C'est ainsi qu'ils ont adopté successivement les *roues indépendantes* et la suspension *par barre de torsion*, le *différentiel à blocage automatique* (Sloden), tous dispositifs mis récemment au point de façon impeccable et qui viennent de démontrer leur utilité et leur efficacité aux grandes vitesses réalisées aujourd'hui et qui atteignent 200 km/h! En outre, les études poursuivies par les ingénieurs allemands ont porté sur la forme des véhicules, le centrage, la répartition des poids, toutes questions de la plus haute importance pour établir une voiture de course répondant aux exigences actuelles des épreuves. Rien ne dit que la voiture de tourisme, en les appliquant à son tour, ne saura pas mettre à profit — là encore — tous ces perfectionnements que d'aucuns estimaient devoir être réservés aux voitures de compétition et qui lui permettront d'atteindre, elle aussi, le « 200 » à l'heure.

Records italiens en aviation

VOICI, au 1^{er} avril 1937, l'état des records détenus par les différentes aviations militaires du monde. Sur 46 records, 28 appartiennent à cette date à l'Italie, 6 à la France, 6 aux Etats-Unis,

(1) Voir dans ce numéro, page 327.

6 à l'U. R. S. S. L'Italie s'est attribué notamment le record de vitesse pure avec 709 km/h ; celui de 1 000 km par avion avec 2 000 kg de charge à 390 km/h ; celui sur 2 000 km à 2 000 kg de charge à 380 km/h ; le record de vitesse pour hydravion à 629 km/h sur 100 km et à 308 km/h sur 5 000 km. Avec 5 000 kg de charge, elle détient aussi le record de vitesse pour hydravion à 251 km/h et avec 1 000 kg sur 5 000 km. C'est un hydravion italien qui a atteint pour la première fois, porteur d'une telle charge, la vitesse de 308 km/h ! Toujours pour les hydravions, l'Italie a conquis le record de distance en circuit fermé avec 5 200 km parcourus sans escale. Quant à l'*altitude*, ce sont tous des hydravions italiens qui détiennent ces records (avec des charges s'échelonnant de 2 000 kg à 10 000 kg) de 6 727 m à 4 865 pour ces charges (limite inférieure et limite supérieure de poids utile). Les dernières performances enregistrées le 21 et le 22 août 1937 pour les appareils *Savoia* et *Fiat-Bréda* qui prirent part à la course Istres-Damas-Paris confirment la supériorité des avions italiens, au moins dans les conditions de ce parcours de près de 6 200 km effectué avec des vitesses de croisière de l'ordre de 350 km/h.

L'essor de l'aéronautique américaine

POUR la première fois, en effet, le nombre des passagers sur le réseau *intérieur* des lignes aériennes aux Etats-Unis a atteint le chiffre record de 100 000 par mois (juillet 1936). Pour l'année 1936 le total a dépassé 1 million de voyageurs, soit près de 37 % de plus qu'en 1935. Plus de 100 millions de km ont été parcourus (15 % de plus qu'en 1935). Quant aux messageries, leur trafic s'est accru de 81,5 % et a atteint près de 7 millions de livres. Sur le réseau *extérieur*, exploité presque exclusivement par la C^{ie} *Pan American Airways*, 16 millions de km ont été parcourus (17 % de plus qu'en 1935), 127 000 voyageurs et 1 million 400 mille livres de messageries ont été transportés (augmentations respectives : 12,3 % et 17,5 %). C'est la régularité et la sécurité des transporteurs aériens américains qui, évidemment, a assuré ce magnifique succès. La ligne Los Angeles-San Francisco (560 km) n'est-elle pas desservie 8 fois par jour ; les lignes Washington-Detroit (754 km) et New York-Boston (308 km) 7 fois et la ligne New York-Washington (336 km) 4 fois ? Les 2 350 aéroports existants, dont 709 équipées pour le vol de nuit, contribuent à accroître cette sécurité. La construction aéronautique connaît de ce fait un essor remarquable : plus de 3 000 appareils construits en 1936 dont 858 militaires et 511 exportés.

CONTROLLER SCIENTIFIQUEMENT LA MATIÈRE, C'EST ASSURER LA SÉCURITÉ MÉCANIQUE

Par Paul LUCAS

IL fut un temps où, comme l'a écrit Le Châtelier, « la science méprisait l'industrie pour le terre à terre de ses préoccupations et l'industrie reprochait à la science la futilité de ses études ». L'accord est aujourd'hui réalisé entre le laboratoire du savant, d'une part, l'usine, d'autre part, et la nécessité de la recherche scientifique comme condition inéluctable de progrès technique constitue maintenant un dogme que personne ne songe plus à contester. A l'étranger comme en France, les plus importantes parmi les grandes firmes industrielles de renommée mondiale entretiennent à frais élevés des laboratoires puissamment outillés où des équipes de savants véritables s'efforcent non seulement de résoudre les problèmes que suscite l'exploitation normale

des usines et la mise en œuvre des procédés de fabrication nouveaux, mais poursuivent en outre des recherches d'apparence désintéressée. Celles-ci seront peut-être, l'expérience l'a montré, les plus rémunératrices, tout compte fait, à échéance plus ou moins longue. Certains de ces laboratoires jouissent d'une renommée mondiale : tels sont ceux, par exemple, de la *General Electric Company* aux États-Unis, et de l'*Allgemeine Elektrizität Gesellschaft (A. E. G.)* ou des usines *Krupp* en Allemagne.

Les missions qui incombent au service scientifique des usines

M. Chevenard, dont nous avons eu l'occasion d'exposer les travaux (1), a excellemment dé-

(1) Voir *La Science et la Vie* n° 237, page 180.

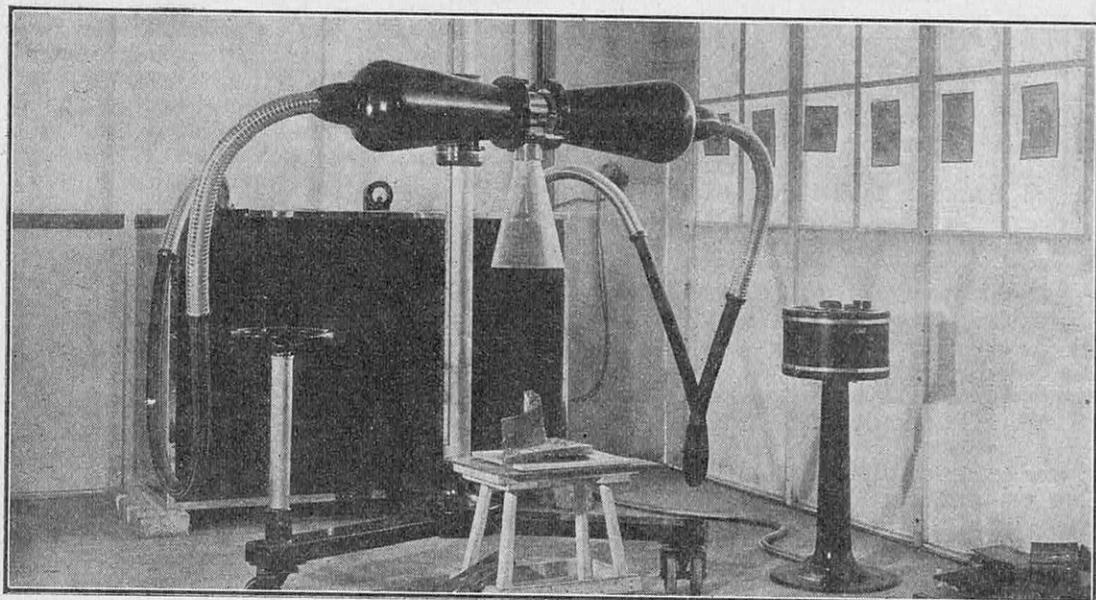


FIG. 1. — ENSEMBLE DU DISPOSITIF POUR LE CONTROLE RADIOGRAPHIQUE DES ORGANES MÉTALLIQUES DANS UN LABORATOIRE INDUSTRIEL MODERNE

(Cliché Métalix.)

La pièce à examiner est disposée au dessus d'une plaque photographique de grande dimension et le cliché obtenu par transparence décèle les défauts cachés dans sa masse. Le pouvoir de pénétration du rayonnement doit être d'autant plus grand que la pièce est plus épaisse et exige la mise en œuvre de tensions dépassant parfois 200 000 volts.

fini le rôle de premier plan que doit jouer le service scientifique dans une usine rationnellement organisée. C'est à lui que doivent revenir les travaux de recherches générales et d'expertise ainsi que la mise au point des procédés nouveaux que l'usine va mettre en œuvre, ainsi que des produits inédits dont elle va entreprendre la fabrication. En outre, le service scientifique doit assurer le contrôle des fabrications, tâche capitale et dont l'importance est manifeste dans une entreprise telle que les usines d'Imphy et de Decazeville, dont M. Chevenard est directeur scientifique. Elles sont en effet spécia-

Dans certains cas, les plus rares en pratique, il suffit de mesurer quelques propriétés élémentaires de la matière, telles que la densité, la ténacité, le module élastique, la chaleur spécifique, etc. Mais ce qui intéresse beaucoup plus souvent le praticien, ce sont des propriétés complexes, d'une définition souvent délicate, mais qui correspondent vraiment pour lui à quelque chose de concret et représentent, en quelque sorte, la « valeur d'usage » du produit considéré. C'est ainsi que, pour un acier, on s'efforcera de chiffrer sa « coulabilité » ou sa « corrodabilité » dans certaines conditions et par

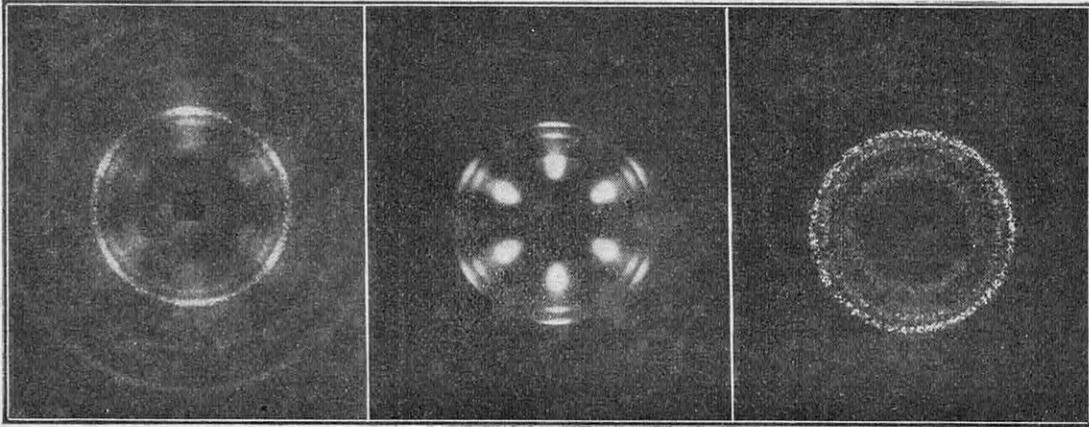


FIG. 2. — LA DIFFRACTION DES RAYONS X, QUI A FOURNI LES CLICHÉS CI-DESSUS, PERMET DE METTRE EN ÉVIDENCE LA « TEXTURE » DES MÉTAUX INDUSTRIELS ACQUISE AU COURS DE TRAITEMENTS MÉCANIQUES

On voit à gauche le cliché obtenu avec une tôle d'acier doux. Après laminage à froid, cette tôle prend une « texture » que met en évidence le cliché du centre. Enfin on voit l'aspect que prend la diffraction des rayons X à travers la même tôle qui a subi un recuit.

lisées dans l'élaboration des aciers spéciaux dont il importe que les caractéristiques mécaniques, thermiques, magnétiques ou de résistance à la corrosion, rigoureusement fixées à l'avance en vue d'applications bien déterminées, soient minutieusement contrôlées. L'importance de ce contrôle n'est pas moindre dans les autres branches de la production industrielle en général et de la construction mécanique en particulier. L'évolution vers l'emploi généralisé des aciers spéciaux ou des alliages légers à haute résistance mécanique, dont chaque variété correspond à un domaine d'utilisation bien déterminé, la mise en œuvre des procédés nouveaux de traitement thermique, en compliquant la tâche du constructeur, lui font une obligation de suivre pas à pas la marche de ses opérations et de vérifier avec soin la qualité des produits qu'il élabore, afin de prévenir toute déviation de sa fabrication.

certain agents, ou encore sa résistance aux variations alternatives d'efforts ou de températures. Les essais, dans ce cas, revêtent par la force des choses un caractère empirique qu'ils n'ont pas dans le premier et l'appareillage du laboratoire industriel diffère par suite sensiblement de celui où la science dite pure règne en maîtresse. Peu à peu, cependant, le premier fait siennes en les modifiant dans leur application, mais non dans leur principe, les méthodes de mesure et d'expérimentation des physiciens.

Les applications des rayons X au contrôle métallurgique

Nous en prendrons pour seul exemple la technique des rayons X qui trouve aujourd'hui dans les laboratoires de l'industrie un champ d'application de plus en plus vaste. On sait qu'ils sont capables de traverser, en subissant une absorption plus ou moins

forte, des épaisseurs parfois considérables de métal. On est ainsi en mesure de déceler par examen radiographique des pièces moulées les défauts invisibles à l'œil nu, tels que cavités, corps étrangers, soufflures, porosités, retassures, etc. De même on pourra vérifier la qualité des soudures et mesurer même des dimensions inaccessibles.

Les laboratoires des usines Ford, de Baton Rouge, aux Etats-Unis, qui comptent parmi les plus modernes des Etats-Unis, viennent d'être dotés d'un nouvel appareil radioscopique (1) fonctionnant sous une tension de 230 000 volts. L'intensité du rayonnement, ou plutôt sa « dureté », est suffisante pour traverser 10 cm d'acier et mettre en évidence des défauts qui n'intéressent pas plus de 2 % de l'épaisseur totale. Un vilebrequin d'automobile, avec cet appareil, se trouve radiographié en trois minutes.

Mais les rayons X interviennent aujourd'hui d'une deuxième manière dans les laboratoires métallurgiques modernes : par leur propriété de se diffracter lorsqu'ils traversent un cristal, comme la lumière ordinaire se diffracte à travers un réseau. La diffraction des rayons X, d'application toute récente en métallurgie, est surtout utilisée pour reconnaître la « texture » des métaux. On sait en effet qu'un cristal est essentiellement *anisotrope*, c'est-à-dire que ses propriétés mécaniques, physiques et même chimiques

(1) Voir la couverture de ce numéro.

varient suivant la direction considérée. Dans un matériau cristallin, formé de cristallites innombrables, l'anisotropie disparaît si elles se trouvent orientées suivant les lois du hasard. Au contraire, si elles prennent des orientations déterminées, la quasi-isotropie précédente disparaît : on dit que le matériau considéré présente une « texture » qui, selon les applications envisagées, peut être nécessaire ou indésirable. La diffraction des rayons X permet, par l'étude des lignes d'interférences sur les radiographies, de reconnaître cette texture, car elle se manifeste par des taches lumineuses ou sombres régulièrement réparties. S'il s'agit, par exemple, d'une tôle destinée à l'emboutissage, elle doit se révéler à l'examen radiographique aussi isotrope que possible, car il est à craindre, en cas contraire, qu'elle ne vienne à s'étirer davantage suivant certaines directions. On pourra être ainsi conduit à modifier les procédés de laminage (qui engendrent l'anisotropie, en orientant dans la direction du laminage les cristallites élémentaires) : on réduira les laminages à froid par exemple et on les combinera avec des recuits intermédiaires.

Cet unique exemple entre mille montre quelles possibilités de perfectionnements peuvent résulter pour le métallurgiste de l'adoption d'une technique nouvelle pour les essais et le contrôle dans les laboratoires industriels.

PAUL LUCAS.

A PROPOS DE L'ÉPREUVE DE COMPÉTITION AÉRIENNE ISTRES-DAMAS-PARIS

LES *Savoia Marchetti S-79*, avions propulsés par 3 moteurs Alfa-Romeo, ont effectué entre Istres et Damas, lors de la course d'août 1937, la moyenne remarquable de 425 km/h sur 3 000 km de parcours sans escale. C'étaient des avions militaires de série de bombardement, déjà anciens puisque conçus il y a 3 ans, et qui sont maintenant en service dans les formations italiennes depuis plus de deux ans (1935). Certains de ces appareils, dont la fabrication est du même type et remonte à la même époque, s'adjugèrent alors plusieurs records du monde (notamment celui des vitesses sur 1 000 km) records dont quelques-uns sont encore détenus par l'aviation italienne (1). Les faits et les chiffres s'imposent :

(1) Voir dans ce numéro page 323.

seules les idées se discutent. Il faut encore signaler que l'Italie n'a pas engagé dans la course France-Syrie-France son nouveau *Breda* de compétition (n° 88), qui est déjà détenteur de 2 records internationaux : en juillet dernier, il a couvert une base de 100 km à 518 km/h de moyenne et parcouru les 1 000 km à la vitesse moyenne de 475 km/h. En outre, il existe un *Procellaria (P-31)* — qui est actuellement, croyons-nous, aux essais au Centre de Guidonia — d'un modèle nouveau très perfectionné qui ferait, dit-on, mieux encore. Contentons-nous de constater que les 3 bombardiers *Savoia-79* classés dans les trois premiers ont surclassé, au point de vue vitesse, tous leurs concurrents (la différence était d'au moins 60 km/h). A ce propos, il est également

intéressant de remarquer que les records actuellement détenus par l'aviation italienne sont précisément ceux relatifs aux vitesses atteintes à différentes altitudes avec des charges croissantes et des rayons d'action accrus. Ainsi ces *Savoia-79* peuvent transporter à 420 km/h environ des charges de 0,5 t, 1 t, 2 t, à une altitude dépassant 7 000 m ; ce sont précisément là des qualités essentielles requises pour des appareils militaires dits bombardiers. L'aviation soviétique a, du reste, elle aussi poursuivi le même but, à savoir : réaliser avec des appareils militaires « gros porteurs » le transport de lourdes charges, à grande distance, à haute altitude, avec la plus grande vitesse possible. Des résultats déjà acquis, il résulte que les avions russes transportent 10 t en naviguant à près de 8 000 m d'altitude et avec des vitesses de l'ordre de 250 km/h, très appréciables pour les appareils aussi lourdement chargés. Les Américains, eux aussi, mais du point de vue commercial, se sont orientés vers ces mêmes problèmes en vue notamment de survoler le Pacifique (traversées exclusivement commerciales). Il est maintenant courant de voir aux Etats-Unis des cargaisons de 1 000 kg franchir cet océan sur 5 000 km (environ) à la vitesse moyenne de 300 km/h. L'Italie comme l'U. R. S. S. démontrent, elles aussi, leur supériorité de conception et d'exécution pour parvenir aux solutions qu'exigent les mêmes problèmes posés en matière de navigation aérienne. Dans de telles conditions, il n'est pas surprenant que l'Italie (surtout) et l'U. R. S. S. (ensuite) aient ravi aux autres nations — et plus particulièrement à la France — la plupart des records du monde en aviation. Il en est de même dans le domaine des hydravions où l'aéronautique française a perdu 7 records en moins de 2 ans sur les 10 qu'elle détenait (1). Les Italiens ont pendant la même période conquis 11 records alors qu'il y a quelques années encore ils n'en possédaient qu'un seul ! C'est toujours l'Italie du reste qui conserve le record de vitesse « pure » à 709 km/h (voir *S. et V.*, n° 212, page 93). Pour notre aviation légère (chasseurs) par opposition à l'aviation militaire lourde (bombardiers), en 3 années, la France (de 1934 à 1937) a perdu 10 records sur les 16 qu'elle avait antérieurement conquis. Et de son côté l'Allemagne, elle aussi, progresse d'une façon surprenante. N'a-t-elle pas au récent

(1) En 1934, l'aviation française détenait 13 records pour avions terrestres de grande puissance, 10 records pour avions de petite puissance, 10 records d'hydravions. En août 1937, la France ne possède plus aucun record pour avions terrestres de grande puissance. Elle détient encore 5 records pour avions légers (au lieu de 10), 3 records d'hydravions (au lieu de 10). De 1934 à 1937, l'Italie a conquis 7 records pour avions de grande puissance, 1 record pour avion léger, 10 records pour hydravions (vitesse surtout). L'aéronautique soviétique a conquis de son côté 8 records pour avions à grande puissance avec grosse charge. Quant à l'Amérique, elle détient 4 records de vitesse et de distance pour avions légers.

meeting de Zurich (juillet 1937) (1) couvert le circuit à 375 km/h de moyenne avec son *Do-17 (Dornier)* qui dépasse ainsi de plus de 70 km/h nos meilleures performances avec nos meilleurs matériels actuels (310 km/h au maximum) ? Les chasseurs allemands (monoplaces) ont atteint, eux, sur ce même circuit de Zurich, 387 km/h de moyenne avec le nouvel appareil léger de 950 ch *Messerschmidt-Benz*. Notre *Dewoitine-510* de chasse est nettement surclassé d'environ 60 km ! Quant à l'épreuve de vitesse, toujours disputée sur le même circuit de Suisse, on a enregistré (sur 200 km de distance) la moyenne-record de 409 km/h. Il est à noter que les avions militaires allemands (tels que le *Messerschmidt*) sont de plus propulsés par moteurs à huiles lourdes utilisant des combustibles spécialement préparés pour l'aviation. Ces moteurs, on le sait depuis longtemps, permettent notamment l'économie de consommation et l'accroissement d'autonomie, caractéristiques qui sont des plus appréciables pour des engins militaires. C'est du reste avec ces moteurs à combustion interne à injection, si minutieusement mis au point par la Société Junkers, que l'on a pu atteindre en Allemagne avec un « chasseur » du type ci-dessus la vitesse de 374 km/h. Les Tchécoslovaques, qui accomplissent un réel effort en construction aéronautique (ainsi que nous l'avons constaté au dernier Salon de l'Aviation de Paris en 1936) n'ont pu cependant, avec leurs appareils *Avia*, atteindre que 360 km/h, ce qui est déjà très honorable. Nos chasseurs *Dewoitine* du dernier modèle, ne dépassent pas 340 km/h, soit environ 40 km de moins que les avions de bombardement du Reich. Alors, si les « chasseurs » volent moins vite que les « bombardiers » on peut affirmer que les premiers ne pourront accomplir leur mission vis-à-vis des seconds !

Ici les chiffres « parlent » ; avec notre impartialité d'interprétation indiscutée et indiscutable, il fallait que ces choses-là fussent dites pour ne pas égarer l'opinion. Pour nous, les hommes passent — seules leurs œuvres demeurent.

(1) Voici le classement du dernier meeting à Zurich pour les avions de chasse : 1^{er}, appareil allemand (*Messerschmidt-109*), 387 km/h ; 2^e, appareil tchécoslovaque (*Avia-534*), 361 km/h ; 3^e, appareil français (*Dewoitine-510*), 321 km/h. Pour les avions de bombardement, voici les résultats : 1^{er}, appareil bimoteur allemand (*Dornier Do-17*), 375 km/h. La France n'a pas engagé de bombardier dans cette épreuve, mais il faut remarquer que l'avion lourd allemand a réalisé une vitesse supérieure de 54 km/h à l'avion léger (chasse) français du dernier modèle (*Dewoitine-510*). Nos *Bloch-210* de bombardement n'atteignent en vitesse de croisière que 280 km/h. Les futurs bombardiers *Bloch-131* et *Potez-63* atteindront au maximum, lorsqu'ils seront construits en série, 340 km/h. Quant à l'Italie, qui n'a pas participé au meeting de Zurich, elle aurait pu y figurer en première place avec son *Bréda-88* (déjà construit en série), qui détient maintenant les records du monde sur 100 km et sur 1 000 km avec, respectivement, 517 km/h et 475 km/h. Or, notre futur avion de chasse *Morane-405*, qui équipera nos escadrilles au cours de 1938, n'atteint pas de telles performances !

LE BLÉ — MATIÈRE STRATÉGIQUE — ET LE MARCHÉ MONDIAL

LE 23 juillet 1937, les autorités d'Empire ont décrété que le Reich doit aussi s'affranchir de l'étranger pour la fourniture de son blé : en cas de conflit armé, le pain et le fer ne constituent-ils pas les éléments indispensables pour la vie et la défense des nations ? Suivant l'un des organes les plus autorisés de la presse allemande, c'est le besoin pour le Nippon de s'assurer ces « matières premières » essentielles qui a déterminé, pour une certaine part, les hostilités en Extrême-Orient. En Allemagne, ce décret du 22 juillet dernier (dit « décret Bamberg ») vise à ravitailler l'Empire en céréales et institue une réglementation sévère quant à leur emploi. Il faut — et c'est le but de l'entreprise — constituer dès le temps de paix des réserves stratégiques de grains en en amassant le plus possible dans les silos (1) où la science moderne sait maintenant les « conserver », en toute sécurité, à la disposition des besoins — variables — de la consommation. Ce n'est là du reste qu'une réminiscence de l'histoire ancienne : nous avons encore en mémoire le rôle que jouèrent, au temps des guerres puniques, les fameux grainiers romains dont l'abondance proverbiale assurait la vie des cités et des combattants... Mais revenons à l'autarcie allemande qui impose aux citoyens de livrer la totalité des récoltes de céréales ; c'est là une nouvelle application de ce principe qui vise à faire de la préparation d'une nation à la guerre un système économique.

(1) L'utilisation des silos joue maintenant un rôle capital. Il suffit d'avoir visité, au Centre rural de l'Exposition, l'installation moderne d'un silo à grains pour juger des services qu'elle peut rendre aux exploitations culturales. L'ensilage des grains constitue aujourd'hui la seule méthode rationnelle de stockage des céréales qui permette de régulariser l'écoulement des récoltes en vue de proportionner les offres aux demandes. L'échelonnement des ventes permet ainsi au producteur de profiter des cours les plus avantageux et exerce une action régulatrice sur les prix. L'ensilage permet de lutter efficacement contre les multiples causes de détérioration des grains : humidité, échauffement, action des parasites ; il est pratiqué aujourd'hui soit par l'agriculteur lui-même (silo individuel utilisé surtout en Amérique), soit par les docks fluviaux ou maritimes, soit par les coopératives agricoles, soit par l'Etat. Les coopératives agricoles, largement développées en France, et dont le rôle est devenu primordial depuis la création de l'Office du Blé, disposent pour le stockage de la récolte de 1937 d'une capacité d'ensemble de plus de 5 millions de quintaux. Quant aux silos d'Etat, destinés à abriter le stock de blé dit « de sécurité » (d'environ 1 million de quintaux), ils comprendront huit groupes de grande capacité (dont six sont entièrement terminés), munis d'un appareillage spécialement étudié pour assurer la conservation des céréales pendant un temps très long (deux ans et plus).

Le Reich n'a pas oublié les graves difficultés éprouvées par l'Allemagne de 1915 à 1918. Aussi n'a-t-il pas manqué, cette fois, de constituer des stocks de sécurité pour les céréales, et avant tout pour le blé. L'Italie a fait de même, et la Grande-Bretagne elle aussi cherche à s'assurer des stocks alimentaires importants. Sa situation géographique l'exige et elle non plus n'a pas oublié les méfaits, il y a une vingtaine d'années, de la guerre sous-marine pour l'affamer. Ces quelques exemples montrent bien l'importance du blé non seulement dans l'économie nationale du temps de paix, mais aussi en cas de conflits armés sur terre et sur mer. Si nous envisageons l'état actuel du marché mondial de cette céréale, on constate que la campagne 1936-1937 aura marqué une amélioration considérable de la situation, et par suite, un relèvement des prix appréciables conformément aux prévisions de revalorisation des produits agricoles si « touchés » par la crise au cours de ces dernières années. Comme 1936 a été une année de rendement insuffisant, on peut dire que la campagne 1936-37, qui vient de s'achever, a retourné la tendance des marchés mondiaux. Ainsi, en 1937, on évalue la récolte des Etats-Unis à 242 millions de quintaux métriques contre 170 en 1936 ! Il en est de même du reste pour d'autres produits de la terre, tels que le maïs, qui accuse 675 millions contre 387 ; pour le coton, qui atteint plus de 15 millions de balles contre 12 environ l'année précédente. Déjà, d'après certains organes qualifiés, on redouterait en Amérique de gros stocks des matières agricoles en fin d'année, et certains esprits assez inquiets ne manquent pas de rappeler à cette occasion que la crise mondiale de 1928-29 a commencé par une grande abondance de récoltes ! Quoi qu'il en soit, on ne peut pas nier que la crise agricole ait pris fin parce que les récoltes — mauvaises ou médiocres — de 1936 ont été insuffisantes et qu'alors les fameux stocks formés pendant les années de surproduction, (qui encombraient le marché de l'exportation), se sont enfin résorbés ! Mais par une heureuse coïncidence, une politique en matière de céréales a été inaugurée en Europe par certaines puissances militaires et orientée vers l'établissement de stocks de sécurité pour le blé. Le marché mondial a été aussi, de ce fait, plus rapidement assaini, d'où hausse des prix sur les marchés internationaux. Comme toujours, les spéculateurs qui sont, en quelque sorte, des prévoyants

de l'avenir, ont joué la tendance. Cette hausse aurait été, par voie de conséquence, beaucoup plus accentuée si, le 20 mars dernier, M. Roosevelt n'y avait mis bon ordre. Mais, d'après M. J. Desbois, la situation deviendrait même critique si, après la campagne qui vient de s'achever (1936-37), celle qui commence en août (1937-38) n'était pas aussi prospère et si les moissons prochaines accusaient des rendements plus faibles, tels que ceux par exemple enregistrés au cours de certaines années antérieures à la saison de 1936-37. Après la surproduction, nous passerions alors à la disette !

Ceci dit, il semble qu'aux Etats-Unis, — l'un des plus gros producteurs, sinon le plus gros, qui alimentent le monde —, on soit, pour l'instant, plus rassuré. En effet, devant la hausse des produits, les fermiers américains n'ont pas manqué d'accroître les emblavements. Voici à ce sujet des chiffres à retenir : superficie consacrée aux blés d'hiver, 57 182 000 acres (l'acre équivaut à 40,5 ares) contre 44 592 000 l'année précédente et 44 306 000 pour 1935. De plus, par suite de conditions atmosphériques particulièrement favorables, le rendement a été meilleur : 663 000 000 de boisseaux (le boisseau est l'équivalent de 27,2 kg), alors qu'il était de 519 000 seulement l'an dernier et n'avait pas dépassé, pendant les cinq dernières années particulièrement déficientes, la moyenne de 457 millions de boisseaux. Il est vrai que nous ne devons pas oublier ces prodigieuses récoltes américaines de blé, telle que celle de 1931 où on enregistra 820 553 000 boisseaux ! Or, les U. S. A. consomment, bon an mal an, 650 000 000 environ de boisseaux de froment. Quant à la récolte de blé de printemps, moissonnée en septembre de cette année, elle sera en totalité disponible soit pour être exportée, soit pour être stockée en vue de la constitution de réserves suivant les sages prévisions des autorités qualifiées. Le rendement en est de l'ordre de 220 000 000 de boisseaux (contre seulement 105 000 000 précédemment, à la suite d'une année de sécheresse exceptionnelle). Quant au Canada, le plus grand exportateur de blé dans le monde, la situation est moins satisfaisante — presque désastreuse, dit-on — en ce qui concerne les prochaines récoltes. D'après les renseignements recueillis par M. J. Desbois, le rendement cultural serait tombé, cette année, au-dessous de 200 millions de boisseaux contre 365, moyenne des années comprises entre 1923 et 1932 inclus (1).

Passant de l'Amérique du Nord sur notre continent, on constate qu'en ce qui concerne

(1) Par contre, les producteurs de l'hémisphère austral (Argentine, Australie) auraient réalisé de bonnes récoltes. Les statisticiens évaluent à 3 500 millions de boisseaux (plus de 400 millions de plus qu'en 1936) la production globale pour 1937 de l'Europe, de l'Amérique du Nord, de l'Asie et de l'Afrique.

l'U. R. S. S. (le plus fort producteur de blé en Europe), les informations — le cas est fréquent — manquent de précision. Il paraîtrait cependant que la superficie cultivée se serait accrue de 6 % environ. On pourrait donc escompter dès maintenant une production plus élevée et un rendement amélioré, puisque, du point de vue climatique, la situation a été assez favorable. Mais la politique soviétique du blé est encore énigmatique : les Soviets chercheront-ils à reprendre cette politique d'exportation des céréales qui fut jadis très active, ou bien constitueront-ils — eux aussi — des stocks de sécurité ? C'est possible, d'autant plus que, se procurant, depuis quelque temps, des devises appréciables grâce à leurs livraisons d'or (métal extrait de leur sol) à l'étranger, ils n'ont plus besoin d'avoir recours aux ventes de blé aux pays importateurs pour en trouver. C'est là une hypothèse (1). L'Allemagne demeure importatrice de blé, bien que sa récolte (1937) soit cependant meilleure que l'an dernier (le Reich achète à l'étranger, bon an mal an, 70 millions de boisseaux de blé pour sa consommation courante). Par contre, en Italie, la situation, cette année, est sensiblement améliorée : 50 millions de boisseaux de plus que l'année précédente, ce qui permettra sans doute de se passer (en 1937-38) des importations de céréales étrangères. Nous aurons, du reste, l'occasion de revenir sur la politique du blé en France, et les conditions imposées aux cultivateurs français (2).

D'ores et déjà, des renseignements recueillis sur les principaux marchés du monde, on peut, en cet automne de 1937, admettre que la situation internationale du blé tend vers l'équilibre — d'où régularité probable des transactions, niveau rémunérateur des prix de vente pour le producteur... Et c'est là un point essentiel, en dépit des manœuvres, provoquées ou mises à profit par les spéculateurs internationaux sur les matières premières indispensables à la vie des peuples et qui faussent évidemment la valeur commerciale des produits.

(1) Cependant, l'U. R. S. S. a créé tout récemment à Rotterdam un office de vente de son blé ; la récolte russe dépasse de 50 % (7 milliards de pouds, soit 1 143 millions de quintaux) celle de 1936, particulièrement mauvaise. L'U. R. S. S. envisagerait de créer des offices semblables dans certains ports occidentaux (Grande-Bretagne notamment) où seraient constitués des stocks de blé susceptibles d'influencer l'état du marché européen en faisant baisser les prix.

(2) Le chiffre officiel concernant la récolte de blé sur le territoire français est de 69 376 305 quintaux pour 1936. Pour 1937, il est très improbable que la récolte dépasse 67 000 000 quintaux. Pour ce qui concerne la consommation, on évalue en moyenne à 5 050 000 quintaux les besoins mensuels de la meunerie, soit 60 600 000 quintaux auxquels il faut ajouter 1 ou 2 millions de quintaux utilisés annuellement pour l'alimentation du bétail et 9 millions de quintaux à réserver pour les semences, soit un total de 71 millions de quintaux. La récolte de 1937 est donc nettement déficitaire.

VERS PLUS DE CONFORT ET DE SÉCURITÉ DANS L'AUTOMOBILE MODERNE

Si on propose à un automobiliste averti de placer sur sa voiture un dispositif lui permettant de limiter, à son gré, la vitesse maximum de sa voiture, sa première opinion sera certainement défavorable et il pensera qu'un tel système ne peut intéresser que les débutants.

Mais, à la réflexion, s'il est réellement connaisseur et expérimenté, capable de comprendre les exigences contradictoires de la mécanique, de « sentir » les moindres réactions de son moteur, il reconnaîtra très vite l'intérêt considérable d'une telle méthode en étudiant la solution proposée par Solex avec le *carburateur-régulateur à vitesse variable*.

Le désir de tous les automobilistes se résume en quelques mots : faire le maximum de vitesse moyenné avec le minimum de dépense de carburant, une conduite agréable et une sécurité aussi parfaite que possible.

Cependant, suivant l'utilisation de la voiture, un de ces différents points prendra le pas sur les autres ; ainsi, pour les grands voyages, on aimera surtout une conduite facile et une consommation minimum ; pour le tourisme, on cherchera à se débarrasser du souci de surveiller la marche de son moteur ; pour le travail, l'économie l'emporte et enfin, pour goûter les joies sportives de la vitesse, on oublie l'économie et la conduite facile.

Un automobiliste compétent pensera que cette belle théorie ne peut être mise en pratique.

Si son moteur possède la puissance nécessaire pour goûter les joies de la vitesse, que fera-t-il de tous ces CV logés sous le capot pour aller à son travail ? Il faudra continuer à les « nourrir » bien inutilement.

Pour un grand voyage, pour le tourisme, quelle attention soutenue ! fatigante, créatrice de « crampes » douloureuses, si l'on veut ménager son moteur, rouler régulièrement pour faire de bonnes moyennes et éviter les excès de consommation. On sait, en effet, que les pointes de vitesse sont les principales causes d'excès de consommation, d'usure prématurée et de détérioration de toutes sortes.

Et les moteurs modernes parfaitement silencieux augmentent encore les difficultés de conduite en se basant sur sa « finesse d'oreille ».

Le diagramme ci-dessous (fig. 1) montre clairement qu'en améliorant la régularité de marche, on peut aisément supprimer les zones coûteuses et conserver la même moyenne.

Mais, pour obtenir ce résultat, nous venons de montrer que le conducteur doit être aidé par un dispositif automatique s'il veut éviter une préoccupation rapidement insupportable et être certain d'atteindre parfaitement le but choisi.

Précisément, le carburateur-régulateur Solex à vitesse variable est le plus parfait *auxiliaire* que l'on puisse imaginer.

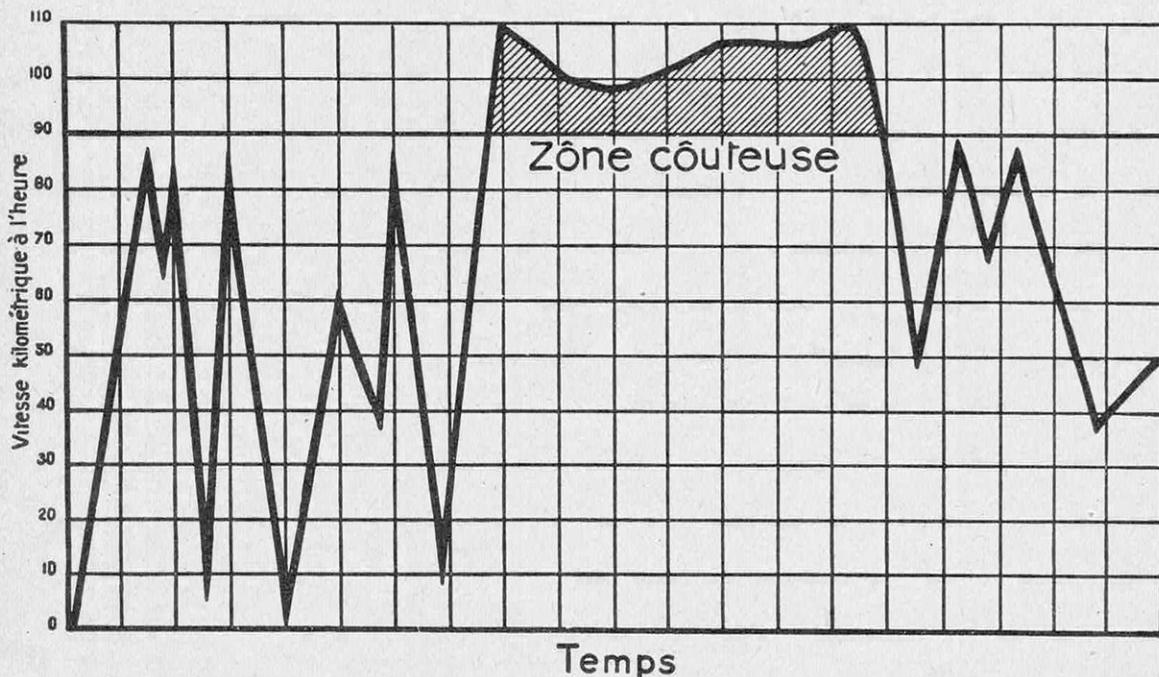


FIG. 1. — DIAGRAMME DE VITESSE MONTRANT QUE L'ON PEUT, EN AMÉLIORANT LA RÉGULARITÉ DE MARCHÉ, SUPPRIMER LES ZONES COUTEUSES ET CONSERVER LA MÊME MOYENNE (CARBURATEUR SOLEX)

En effet, à l'aide d'une commande placée sur le tableau de bord, le conducteur impose à son moteur la vitesse maximum qui lui convient. Il lui suffit ensuite d'appuyer à fond sur l'accélérateur et, automatiquement, le moteur ne dépasse pas le régime choisi, tout en conservant, jusqu'à ce régime, toutes ses qualités de souplesse, d'accélération, etc...

Quel merveilleux avantage !

Rouler, l'accélérateur à fond, avec l'absolue certitude de ne pas pénétrer dans cette zone coûteuse et si dangereuse. Faire de belles moyennes sans aucune fatigue physique ou morale, avoir à son gré une voiture économique et retrouver toute la puissance, toute la vitesse en tournant un simple bouton.

La théorie est devenue « pratique », et certainement, un tel dispositif constitue une des plus remarquables améliorations pour l'utilisation rationnelle d'une voiture suivant les circonstances.

Comment fonctionne le régulateur

On appelle « régulateur » le dispositif qui permet de limiter la vitesse maximum. La particularité de ce dispositif (v. fig. 2) consiste dans le montage spécial du papillon, tous les autres éléments du carburateur étant identiques aux modèles ordinaires.

Ce papillon (1) est formé de deux ailes inégales qui font entre elles un certain angle. D'après sa forme, on voit que, lorsque les gaz s'écoulent à travers le corps du carburateur, ils appuient sur le papillon et ont tendance à le refermer. Par ailleurs, le papillon est libre sur son axe. Pour la fermeture, il est rabattu par une butée prévue sur l'axe, cet axe tournant sous l'influence de la traction du ressort de la pédale d'accélérateur lorsqu'on la lâche. Quand on appuie sur l'accélérateur, la butée libère le papillon qui s'ouvre, tiré par un ressort (3). Au fur et à mesure que le papillon s'ouvre, la vitesse du moteur et des gaz augmente, la poussée des gaz sur le papillon va en croissant et, à un certain moment, la force de poussée des gaz équilibre la traction d'ouverture du ressort.

Le papillon va être immobilisé dans cette position d'équilibre et, si l'on continue à accélérer, il ne bougera plus. La position d'équilibre correspondant à l'ouverture maximum du

papillon déterminera la vitesse maximum de rotation du moteur.

La variation de la position d'équilibre s'obtiendra en faisant varier la tension du ressort : en augmentant cette tension, on fait croître la vitesse maximum limite et inversement.

Le conducteur demeure maître de régler à volonté sa vitesse maximum grâce à la commande variable

Cet élément différencie ce modèle de carburateur du régulateur ordinaire. Il permet au conducteur de faire varier à son gré la vitesse maximum limite de la voiture, en faisant varier la tension du ressort.

Il pourra effectuer cette manœuvre aisément, grâce à une manette prévue à cet effet et fixée sur le tableau de bord.

Les éléments de réglage du ressort peuvent coulisser latéralement, car ils sont portés par une crémaillère (12) mobile. Cette crémaillère est entraînée par un pignon (13) qui, en tournant, fait déplacer la crémaillère vers la droite ou vers la gauche. On voit qu'à ces déplacements correspondent des variations de tension du ressort et, par conséquent, de la vitesse maximum de la voiture.

Un levier (14), extérieur, commande la rotation du pignon (13). En tirant sur le levier, on augmente la tension du ressort et on la diminue en le repoussant. C'est ainsi qu'on pourra faire varier la vitesse-limite.

Les différentes positions du levier (14) seront réalisées par la manette placée sur le tableau de bord, à la disposition du conducteur. Cette manette se déplace devant un cadran portant les inscriptions « mini, maxi », la première position correspondant au levier complètement repoussé, c'est-à-dire à la vitesse limite minimum, et, en déplaçant la manette vers la position « maxi », ce qui tire le levier, on augmentera progressivement et à volonté la vitesse limite. Un verrouillage à clé pourra être prévu pour fixer la manette dans une position déterminée et empêcher le conducteur de faire varier cette vitesse limite (1).

(1) Consulter pour compléter cette documentation la brochure spéciale éditée par le Service 74, chez SOLEX, Neuilly-sur-Seine.

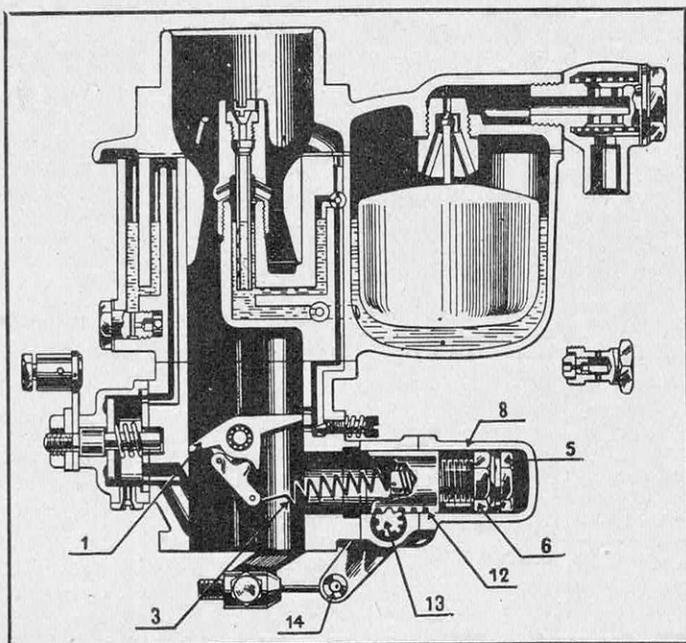


FIG. 2. — COUPE D'UN CARBURATEUR RÉGULATEUR « SOLEX » A VITESSE VARIABLE

1, papillon ; 3, ressort de régulateur ; 5, manchon ; 6, écrou de tension ; 8, chapeau du régulateur ; 12, crémaillère ; 13, pignon de commande ; 14, levier de commande du régulateur.

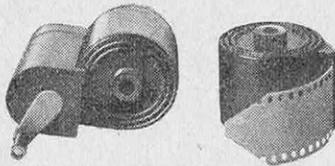
LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Pour les amateurs du petit format en photographie

LES amateurs de photographie qui utilisent le petit format subissent normalement les inconvénients résultant du chargement obligatoire de 36 vues. Nombreux sont ceux qui conditionnent eux-mêmes leurs films, mais, pour ce faire, ils doivent passer par la chambre noire que l'on n'a pas toujours à sa disposition. La cartouche 18 vues, créée par Summor, facilite déjà l'utilisation du petit format. Mais voici un progrès décisif dans ce domaine.



LA BOBINEUSE « SUMMOR » ET
LA RÉSERVE DE 10 M DE FILM

C'est la bobineuse Summor qui permet de mettre dans le chargeur le nombre de vues que l'on désire, d'effectuer cette opération en plein jour, sans perte de film. Enfin, elle offre l'avantage de réunir dans un très petit encombrement une réserve de 10 mètres de film que l'on peut conditionner à volonté.

La bobineuse Summor se compose d'un corps dans lequel on peut glisser tous les chargeurs actuellement sur le marché. Une manivelle permet d'enrouler le nombre de vues désiré (que l'on peut suivre sur un tableau indicateur) et une molette assure la fermeture du chargeur pour le sortir en plein jour. En pratique, il suffit de glisser le bout du film sortant du magasin de 10 m sur le noyau du chargeur et de glisser le chargeur dans la bobineuse. Lorsqu'on a enroulé un nombre suffisant de vues, on enlève le cou-

vercle de la bobineuse et on coupe le film. L'opération peut ainsi se renouveler jusqu'à épuisement du film du magasin de 10 m.

SUMMOR, 27, place Alphonse-Deville, Paris-6^e.

Chauffage uniforme d'une pièce par l'électricité

LE chauffage électrique, notamment pour les pièces d'un volume limité et pendant les périodes intermédiaires (printemps, automne) où le chauffage principal est arrêté, se répand de plus en plus. Si les radiateurs à projection directe de chaleur (genre des appareils paraboliques) demeurent très appréciés, car ils permettent de se chauffer instantanément en se plaçant dans le cône de rayonnement de l'appareil, avec le minimum de dépense de courant, ils ne réalisent qu'assez lentement le chauffage total de la pièce, des zones voisines du plafond restant plus chaudes que les zones inférieures où précisément l'on se tient normalement.

Rappelons que pour réaliser le chauffage total uniforme, « Calor » a mis au point un appareil léger, de dimensions réduites, aisément transportable, économique chaque fois que le courant est livré au tarif de chauffage en usage dans beaucoup de secteurs. Ce radiateur « soufflant » est muni d'un ventilateur silencieux qui projette l'air chaud en *nappe horizontale*. Celui-ci, en s'élevant, chauffe toute l'atmosphère de la pièce. C'est donc un appareil à convection dirigée, un échauffement uniforme ne pouvant être obtenu par la convection libre. Il faut, en effet, pour cela, ralentir le mouvement ascensionnel de l'air chaud, ce qui est réalisé avec le radiateur soufflant Calor. On n'observe pas de rayonnement sensible, ni de déséquilibre de chaleur.

CALOR, place de Montplaisir, Lyon.

CHEZ LES ÉDITEURS (1)

Barnato, roi de l'or (A la conquête de l'or),
par Richard Lewinson. Prix franco : France,
21 f 80 ; étranger, 24 f 30.

La vivante et captivante collection documentaire « Pour servir à l'histoire de notre temps », vient de s'enrichir d'un volume consacré à la vie pleine d'aventures et de réalisations constructives de l'un des plus grands hommes d'affaires de notre époque. C'est celle de Barney, dit Barnato, roi de l'or, qui, après avoir été clown à Londres, fut le plus riche diamantaire de l'Afrique du Sud : en un mot, un de ces puissants financiers du monde qui laissent derrière eux une trace de légende pour les foules et un exemple incomparable de « self made man ». Au cours de ces cent dernières années, on en compte de nombreux et de célèbres :

(1) Les ouvrages annoncés dans cette rubrique peuvent être adressés par LA SCIENCE ET LA VIE, au reçu de la somme correspondant aux prix indiqués.

Rockefeller, Nobel, Ford, Deterding, Zaharoff, et tant d'autres dont l'œuvre subsiste souvent grandiose, parfois féconde. Barnato, moins connu du grand public, méritait, à tous égards, d'être rangé parmi eux. Sa carrière est d'autant plus surprenante qu'il la commença à vingt ans dans un music-hall à Londres et la termina — volontairement, hélas ! — à quarante-quatre ans par un suicide. De tels hommes ont vécu comme des héros de ciné-roman, et nul film — si pittoresque qu'il soit — sur l'exploration ou l'exploitation des richesses du sol ne saurait ni en dépasser la grandeur, ni en surpasser l'émotion. Ajoutons à cela que l'OR magique demeure toujours debout, et qu'à ce titre il est spécifiquement attractif pour tous. Le chercheur de diamants comme le chercheur d'or ont inspiré bien des récits depuis bientôt un siècle. Kimberley (vers 1870) et Johannesburg (vers 1886), ces cités prestigieuses de l'Afrique du Sud,

sont depuis longtemps aussi connues pour la production des diamants et de l'or que les centres prodigieux de la grande industrie américaine. Dans ses « vivants » ouvrages, consacrés à notre économie contemporaine sous ses aspects si variés et sans cesse modifiés par la science appliquée à la vie moderne, R. Lewinson apparaît en quelque sorte comme un Plutarque des « businessmen » les plus illustres des temps présents. Il sait non seulement narrer, captiver, attirer par ses récits mouvementés et documentés, mais aussi dégager les idées générales concernant la vie des individus et des collectivités dans lesquelles ils naissent, se développent et meurent. L'histoire de l'impérialisme britannique au Transvaal, que l'auteur retrace ici, est un exemple typique du retentissement des grandes découvertes de matières premières sur la politique extérieure des nations. Les conquêtes de « claims » et de « rands » en sont des exemples démonstratifs, comme on le verra dans ce volume. Il faut louer l'éditeur audacieux qui, en pleine crise du livre en France, ne craint pas d'accroître constamment son « fonds » par de nombreuses publications consacrées à des sujets souvent inédits, toujours intéressants. Au lieu de gémir, comme la plupart de nos éditeurs, sur la dureté des temps, certains très rares, hélas ! ne redoutent pas au contraire d'engager leurs capitaux en vue d'alimenter — en qualité et en quantité — la vie intellectuelle française. Ils savent puiser aux meilleures sources de la documentation étrangère — dans le temps comme dans l'espace — en l'adaptant à une formule à la fois vivante et « nourrie » à l'usage du public latin. G. B.

Vie et transmutations des atomes, par Jean Thibaud. Prix franco : France, 26 f 80 ; étranger, 30 f.

Présenter un ouvrage du professeur Jean Thibaud, directeur de l'Institut de Physique atomique, aux lecteurs de *La Science et la Vie* paraît superflu, puisque ceux-ci ont eu le privilège d'étudier ici les remarquables articles de notre collaborateur sur des sujets aussi ardu que l'atomistique contemporaine. Dans le présent ouvrage, c'est tout d'abord un exposé des théories atomiques et de la désintégration de la matière (propriétés de l'électron positif, sujet aussi nouveau que captivant pour le savant). C'est ensuite toute la chimie nucléaire qui se révèle comme génératrice de découvertes sensationnelles... encore en puissance. M. Thibaud explique alors, à propos des « neutrons », ces constituants si importants pour la stabilité des édifices atomiques, les réactions des dits neutrons (lents ou rapides) se « frayant », pour ainsi dire, un passage parmi la masse des atomes matériels. Au cours de ce trajet, ils produisent — de temps à autre — ces nouveaux radioéléments artificiels qui, bien que ne faisant pas partie des familles radioactives considérées comme classiques, sont cependant également susceptibles de se désintégrer eux-mêmes. Les rayonnements divers ainsi émis font actuellement l'objet de patientes et perspicaces recherches de la part de savants physiciens, dans les laboratoires spécialisés des différents pays. Puis l'auteur nous conduit — comme par la main, tellement ce voyage est aisé — à travers un monde nouveau de techniques particulièrement spéciales, dont celle relative aux générateurs à très haute tension (5 millions de volts) est déjà connue des lecteurs initiés de *La Science et la Vie*. Ils savent, en effet, que ces tensions extraordinaires sont

indispensables pour engendrer les transmutations des éléments. Ils savent aussi la place que tient dans ce domaine (tout nouveau de la physique) la mécanique ondulatoire, ce qu'il faut retenir actuellement et des propriétés du noyau atomique (dans l'édifice matériel) et de celles caractérisant un élément donné, réglant la stabilité de ce dernier, c'est-à-dire les possibilités de se transformer spontanément (sans intervention d'action extérieure) en tel ou tel autre élément (ce sont les transmutations). Avec la logique et la clarté d'exposition qui caractérise le professeur Thibaud, celui-ci nous montre comment les considérations sur les pertes de masse résultant des réactions moléculaires conduisent à l'astrophysique, et par suite à l'étude de la constitution interne des étoiles, sans passer, bien entendu, sous silence ces rayons cosmiques — encore pleins de mystères — aux énergies formidables, puisqu'il s'agit parfois de 10 milliards de volts ! Ce petit ouvrage d'initiation scientifique d'un caractère élevé — rédigé par l'un de nos savants contemporains des plus appréciés qui consente à se rendre accessible à tous — apporte ainsi à la nouvelle collection *Sciences d'aujourd'hui* un élément de haute valeur intellectuelle et éducative. Elle contribuera à édifier, grâce au concours d'éminents collaborateurs tels que Louis de Broglie, Auguste Lumière, une bibliothèque documentaire — des idées, des faits — d'humanisme scientifique. S'adressant surtout à ce vaste public avide de comprendre et de savoir, dont l'intelligence cherche à s'enrichir au jour le jour, elle leur offre ainsi un moyen d'accroître leur capital intellectuel, — ce capital que rien ne menace de l'extérieur parce qu'il demeure toujours sauvegardé au siège même de la pensée.

La métallurgie et les mines, par L. Guillet, membre de l'Institut. Prix franco : France, 17 f ; étranger, 20 f.

Dans la nouvelle collection d'ouvrages si bien documentés sur les grandes industries françaises intitulée *la France vivante*, l'un de nos savants métallurgistes les plus éminents, M. Léon Guillet, présente avec son talent d'exposition bien connu et sa science également universellement reconnue, le « film » de la métallurgie et des mines, de façon à être compris de tous. Ainsi un esprit curieux de sciences appliquées, au moment même où l'Exposition de 1937 nous offre ses merveilles, peut sans effort savoir ce qu'il importe de retenir du charbon français, des combustibles liquides, des principaux métaux qui « conditionnent » la civilisation moderne, tels que : fer, cuivre, plomb, zinc, aluminium, nickel, etc...

Le professeur Guillet, à qui nous devons notamment l'introduction du laboratoire d'essais et de contrôle dans l'industrie, n'a pas manqué de clore son captivant ouvrage en indiquant les services que la recherche et ce contrôle ont rendu et devront rendre plus encore à la production nationale dans les différents domaines de la construction « métallique » aux branches ramifiées à l'infini...

La Fée du Microscope, par Marcel Roland. Prix franco : France, 16 f 60 ; étranger, 18 f 80.

Le miracle du microscope est d'avoir introduit dans la Science, toute de précision et de raison expérimentale, un facteur nouveau : la fée avec la lumière qui est son auxiliaire indispensable, et d'avoir ainsi réussi à associer des

concepts en apparence inconciliables : le « virtuel » et l'« effectif ». Dans son récit à la fois plein d'enseignements et d'attrait surtout pour les « non initiés », l'auteur nous présente le royaume de la lumière, puis ces êtres infimes : rotifères, protozoaires, amibes, infusoires, diatomées... toute la vie qui prolifère dans des milieux qui échappent au public. Ce petit volume, fort bien documenté, se lit du reste comme un roman, se déroule comme un film. C'est là une excellente propagande scientifique qui éclaire ce monde microscopique peuplant les immensités minuscules... d'une flaque d'eau.

Technique et économie nouvelle des carburants de synthèse, par Ch. Berthelot.
Prix franco : France, 77 f ; étranger, 81 f 60.

Il n'y a pas, à l'heure présente, dans l'économie internationale, de problèmes plus actuels que ceux qui touchent aux carburants. Or, la documentation de l'auteur du présent ouvrage récemment édité est — nous l'avons souvent constaté dans *La Science et la Vie* — toujours l'une des plus complètes et des mieux mises à jour en ce qui concerne les procédés de synthèse, leur mise au point scientifique et technique, leurs résultats, leur avenir industriel, et c'est cela qui importe dans l'économie moderne des grandes nations. Ce nouvel ouvrage complète fort à propos le livre précédent de M. Berthelot qui a, l'un des premiers, exposé en France tout ce que tout esprit cultivé (y compris les spécialistes) doit savoir dans ce nouveau domaine des « carburants de synthèse et de remplacement », qui s'est juxtaposé aux autres domaines « naturels » où prend naissance l'énergie.

Gros gibier par Paul Suzor. Prix franco : France, 16 f 40 ; étranger, 18 f 80.

Parmi les lecteurs de *La Science et la Vie*, ils sont nombreux ceux qui s'intéressent aux « livres de Nature ». *Gros gibier* est l'un des plus captivants et embrasse Siam et Laos, Amérique

du Sud, où s'affrontent, depuis les temps les plus lointains, le droit de l'homme à chasser et le droit de l'animal à vivre.

Accidents d'automobiles, par A. Magnoux.
Prix franco : France, 11 f 10 ; étranger, 12 f 60.

Opuscule pratique pour le propriétaire d'une automobile, qui doit savoir ce qu'il faut faire pour sauvegarder ses droits et récupérer, le cas échéant, ses dommages. Combien d'automobilistes ignorent encore la question ?

Une nouvelle revue de télévision en Italie (Rome 1937).

Ce n'est pas aux lecteurs de *La Science et la Vie* qu'il y a lieu d'apprendre le développement, aussi rapide que remarquable, du Centre International de la Télévision (I. C. E.) à Rome. Son activité scientifique et technique lui assigne, dès maintenant, une place prépondérante dans le domaine des applications naissantes de la télévision. Aussi la nouvelle publication officielle *Televisione*, que le Centre publiera régulièrement chaque mois, constituera une source précieuse de documentation pour tous ceux — et ils sont nombreux — qui se passionnent dans le monde pour cette nouvelle conquête de la radioélectricité. On y trouvera notamment des mémoires consacrés aux problèmes les plus actuels de cette science et qui seront rédigés en plusieurs langues par les auteurs les plus qualifiés de différents pays : Italie, Allemagne, Angleterre, France. Ainsi, parallèlement aux travaux des chercheurs, seront exposés ceux des réalisateurs. On sait quelle part les savants italiens ont en droit de revendiquer dans la technique des « radiocommunications », à la suite des découvertes et applications de l'illustre précurseur Guglielmo Marconi auquel *La Science et la Vie* a rendu un si légitime hommage sous la signature de l'un de ses plus réputés collaborateurs, le professeur Houllévigie. (Voir dans ce numéro, page 269.)

TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affran-	{ 1 an..... 55 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an..... 65 fr.
chis.....	{ 6 mois... 28 —		{ 6 mois... 33 —

BELGIQUE

Envois simplement affran-	{ 1 an... 70 f. (français)	Envois recommandés.....	{ 1 an... 90 f. (français)
chis.....	{ 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 affran-	{ 1 an..... 90 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an.... 110 fr.
chis.....	{ 6 mois... 46 —		{ 6 mois.. 55 —

Pour les autres pays :

Envois simplement affran-	{ 1 an..... 80 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an..... 100 fr.
chis.....	{ 6 mois... 41 —		{ 6 mois.. 50 —

Les abonnements partent de l'époque désirée et sont payables d'avance, par mandats, chèques postaux ou chèques tirés sur une banque quelconque de Paris. — Tout changement d'adresse doit être accompagné de la somme de 1 franc en timbres-poste.

« LA SCIENCE ET LA VIE » — Rédaction et Administration : 13, rue d'Enghien, Paris-X^e
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

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

RECONNUE PAR L'ÉTAT, DÉCRET DU 5 FÉVRIER 1921

M. Léon EYROLLES, Fondateur-Directeur

57 à 61, boul. Saint-Germain
PARIS (V^e)

Ecole d'Application et Polygone
CACHAN (Seine)

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

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

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

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

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

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

(Cette Ecole est placée sous un régime spécial.)

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

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

COURS TECHNIQUES SECONDAIRES

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

En outre, UNE SECTION ADMINISTRATIVE

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

Les concours d'admission ont lieu, chaque année, en deux sessions.

La deuxième aura lieu du 30 septembre 1937 au 7 octobre 1937.

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

LIBRAIRIE DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE

M. Léon EYROLLES, Editeur

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

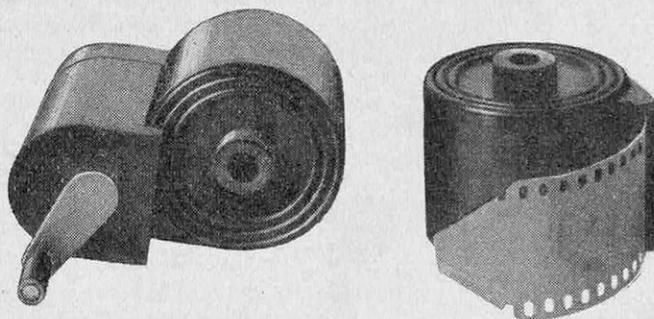
La Librairie de l'Enseignement Technique a édité de nombreux ouvrages scientifiques ou techniques de premier ordre, concernant notamment l'Enseignement général, la Résistance des Matériaux, le Béton armé, les Travaux Publics, le Bâtiment, la Topographie, la Mécanique, l'Electricité, la T. S. F., etc.

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

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

PHOTOGRAPHIE 24x36

une révolution !



LA BOBINEUSE SUMMOR ET LA CARTOUCHE — 10 MÈTRES SUMMOR

VOUS PERMETTENT DE RECHARGER

EN PLEIN JOUR

VOS MAGASINS MÉTALLIQUES OU A LÈVRE DE VELOURS ET DE LES GARNIR DU

NOMBRE DE VUES QUE VOUS DÉSIREZ

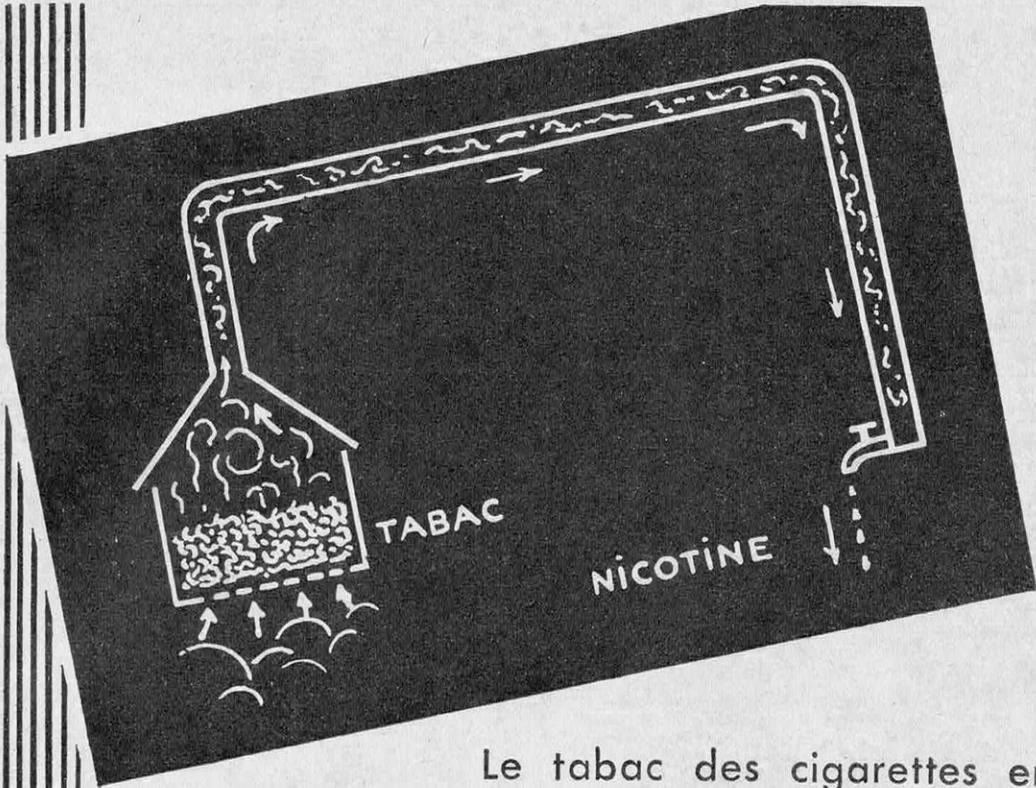
EN VENTE CHEZ VOTRE REVENDEUR HABITUEL

Documentation : LES SPÉCIALITÉS SUMMOR, 27, place Alphonse-Deville - PARIS-VI^e

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

Essolube

L'HUILE SUPÉRIEURE POUR AUTOS



Le tabac des cigarettes en **CAPORAL DOUX** est dépouillé par un procédé scientifique moderne de la plus grande partie de sa nicotine.

Les cigarettes **GITANES en CAPORAL DOUX**, aromatiques et fines, sont destinées plus particulièrement aux fumeurs amateurs de **tabac léger**.

FUMEZ DES
GITANES

CAPORAL DOUX

RÉGIE FRANÇAISE
CAISSE AUTONOME D'AMORTISSEMENT



LUNETTE

FORME NOUVELLE
BREVETÉE S.G.D.G.

HORIZON

DONNANT UN CHAMP
DE VISION COMPLET

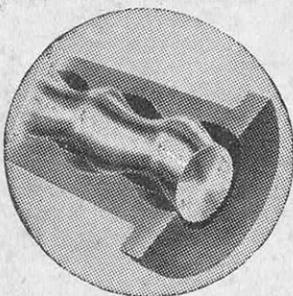


PARCE QUE LA POSITION PARTICULIÈRE DES BRANCHES
LAISSE ENTIÈREMENT LIBRE LA VISION LATÉRALE

Production de la **SOCIÉTÉ des LUNETIERS** dont la marque bien connue est une garantie
de fabrication scientifique parfaite,

la **LUNETTE HORIZON** est en vente (prix imposé) chez les Opticiens Spécialistes

La Société des Lunetiers, 6, rue Pastourelle, Paris, ne vend pas aux particuliers.



POMPES EN CAOUTCHOUC

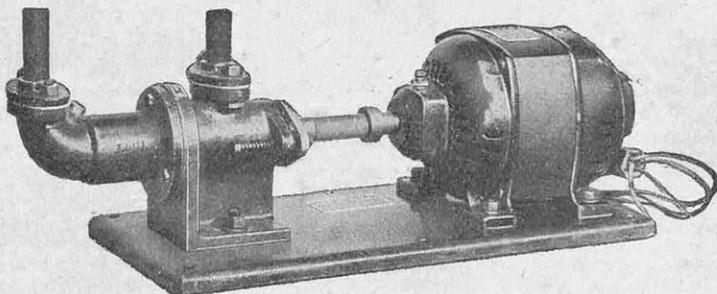
P. C. M.

LICENCE R. MOINEAU, BREVETÉE FRANCE ET ÉTRANGER

AVANTAGES

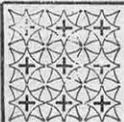
**TOUS FLUIDES
LIQUIDES OU GAZEUX**
EAU — VIN — PURIN
MAZOUT — ESSENCE
LIQUIDES ÉPAIS ET ABRASIFS
LIQUIDES ALIMENTAIRES
CRAIGNANT L'ÉMULSION

SILENCIEUSES
AUTO-AMORÇAGE
SIMPLICITÉ - ROBUSTESSE
USURE NULLE - ÉCONOMIE
— TOUTS DÉBITS —
— TOUTES PRESSIONS —
FACILITÉ D'ENTRETIEN

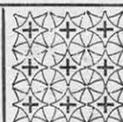


POMPES • COMPRESSEURS • MÉCANIQUE

63, 65 RUE DE LA MAIRIE VANVES (SEINE) TÉL MICHELET 3748



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

Vient de paraître :

NOUVELLE

ENCYCLOPÉDIE PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ

DEUX FORTS VOLUMES

Format 21x29, reliés dos cuir, plat
toile, 1.400 pages de texte. Gravures,
dessins, schémas.

Publiée sous la direction de M. DESARCES, Ingénieur E. C. P.,
avec la collaboration d'Ing. électriciens des Arts et Métiers, de
l'Ecole Sup. d'Electricité et de l'Inst. électrotechn. de Grenoble.

SEPT MODÈLES DÉMONTABLES
diversement colorés de MACHINES
et INSTRUMENTS ÉLECTRIQUES.

LA NOUVELLE ENCYCLOPÉDIE PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ est
enfin terminée. Elle était depuis longtemps attendue par tous les
ouvriers, les spécialistes, les contremaîtres, les chefs de chantiers, les
ingénieurs, etc., et tous ceux également qui, de près ou de loin, ont
fréquemment à rechercher des solutions pratiques de montage, de construc-
tion, d'installation, de mise au point ou de réparations quelconques de
machines ou d'appareils électriques.

Ils trouveront dans cet ouvrage si complet tous les renseignements utiles
qu'ils chercheraient en vain dans de nombreuses publications séparées.

Les auteurs se sont surtout appliqués à réunir

LA THÉORIE A LA PRATIQUE

L'homme de métier trouvera dans ce nouvel ouvrage des données techniques
ou théoriques que le temps lui a fait oublier ou que sa spécialisation ne lui a
permis que d'affleurer au cours de ses études, et le lecteur non spécialisé, désireux

D'APPRENDRE ET DE COMPRENDRE

y trouvera ample matière à 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.

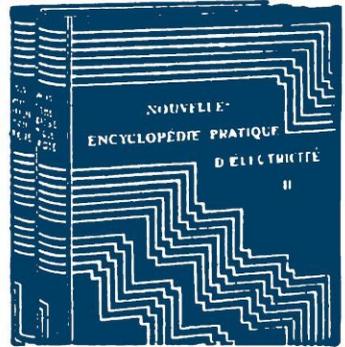


TABLE DES MATIÈRES

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. Dé- rangement 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 asyn- chrones. Polyphasés et Monophasés à collecteurs. — **Accumulateurs** au plomb et alcalins. — **Transformateurs** Statiques. Théorie et fonctionnement. Construction, emploi. Essais de réception. — **Moteurs générateurs** Groupes et commutateurs. Généra- trices 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. Redres- seur Tungar. Redresseur à Oxyde de cuivre. Redresseur électro- lytique. Redresseurs à Vibreurs. — **Mesures** électriques des cou- rants, 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. Éléments 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... — **Trac- tions** électriques diverses. Transmission de l'énergie aux Motrices et Equipement. Freinage et Récupération. Tractions spéciales par accus. — **Télégraphie** électrique. Appareils divers. Transmis- sions automatiques multiples, successives. Téléimprimeur. — **Téléphonie**. Récepteurs et Transmetteurs. Lignes. L'Automa- tique. Divers systèmes. — **Radiotélégraphie**. Ondes. Circuits oscillants et couplés. Lampes à électrodes. Emission. Réception. Ondes courtes. Applications de la radioélectricité. — **Electro- chimie et Métallurgie**. Fours électriques. Soudure. — **Electro- cité Médicale**. Radiologie. Accidents et traitements. — **Signalisation** électrique. Cellules photoélectriques. Applica- tions. — **Appareils domestiques**. Chauffage. Cuisine Electrique. Production du froid. — **Horlogerie** Electrique. — **Ascenseurs** Monte-charges. — **Distribution de l'Energie**. Appareil. Installa- tion. 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 255 francs payables aux conditions ci-après :

- 15 francs par mois jusqu'à parfait paiement ;
 - En 3 paiements mensuels de 82 fr. 45 (3 % d'escompte) ;
 - En un seul paiement de 239 fr. 70 (6 % d'escompte) à la livraison.
- Chaque commande est majorée de 10 francs pour frais de port et d'emballage et chaque quittance de 1 franc pour frais d'encaissement.

Nom et prénoms.....

Signature :

Profession.....

Domicile.....

Ville..... Dép^t.....

Le.....

(Indiquer le paiement adopté)

BON pour une NOTICE ILLUSTRÉE

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

Nom.....

Adresse.....

Détacher ce BON ou ce BULLETIN et l'envoyer à la

LIBRAIRIE ARISTIDE QUILLET S. A. au Capital de 20.000.000 de fr. **278, B^d St-Germain, Paris-7^o**

L'OUTILERVÉ

Que de travaux attrayants et utiles n'exécuterait-on pas si l'on possédait l'outilage nécessaire. Mais on recule devant les frais d'une installation coûteuse et toujours encombrante.

L'OUTILERVÉ
remplace tout un atelier.

Robuste et précis, il est susceptible d'exécuter les travaux les plus divers, grâce à la disposition judicieuse de tous ses accessoires. Son maniement est simple et commode. Pas d'installation; il se branche sur n'importe quelle prise de courant.

L'OUTILERVÉ
est un collaborateur précieux
et un ami sûr et dévoué.

Son prix, extrêmement bas, le met à la portée de toutes les bourses. Il est livré en un élégant coffret, avec tous ses accessoires, au prix de

950 francs

SIAME

Succ^{rs} de la S. A. RENÉ VOLET

Demander notices et tous renseignements à la

**SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE D'APPAREILLAGES
MÉCANIQUES ET ÉLECTRIQUES**

74, rue Saint-Maur, PARIS-XI^e — Téléphone : Roquette 96-50 (2 lignes groupées)

