

France et Colonies : 5 fr.

N° 252 - Juin 1938

# LA SCIENCE ET LA VIE



LA LOCOMOTIVE DE 1938

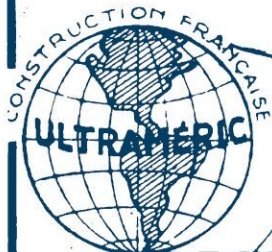
# UNIQUE EN FRANCE !!!

L'application nouvelle de notre

## GARANTIE STANDARD DE 3 ANS

comprenant :

**UN SERVICE D'ENTRETIEN**  
et 3 VÉRIFICATIONS GRATUITES par AN



ECHANGE

INSTANTANÉE

DE TOUS

CHASSIS

OU POSTES

QUELQUE SOIT  
LA CAUSE DE L'ARRÊT

SÉCURITÉ - QUALITÉ - RENDEMENT

Notre dernière création **1938**

## L'ULTRAMERIC IX TOUTES ONDES PUSH-PULL

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

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



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

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

**PRIX DE RÉCLAME IMBATTABLE**  
**pour châssis. . . . . 995. »**

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

## RADIO-SÉBASTOPOL

Téléphone : **100, boulevard de Sébastopol, PARIS** Téléphone :  
**TURBICO 98-70** **EXPÉDITIONS IMMÉDIATES EN PROVINCE** **TURBICO 98-70**  
**EXPÉDITIONS CONTRE REMBOURSEMENT** **COMPTE CHÈQUES POSTAUX : PARIS 1711-28**  
**FOURNISSEUR DES GRANDES ADMINISTRATIONS — CHEMINS DE FER — ANCIENS COMBATTANTS — MUTILÉS DE GUERRE, etc.**  
**VERSEMENT UN QUART A LA COMMANDE**

MAISON DE CONFIANCE



placées sous  
le haut patronage  
de plusieurs Ministères

152, avenue de Wagram, PARIS-17<sup>e</sup>  
Tél. : Wagram 27-97

## COURS PAR CORRESPONDANCE

### MÉCANIQUE

**Apprenti** : Notions d'Arithmétique, Algèbre, Géométrie - Technologie - Dessin - Ajustage.

**Contremaître** : Arithmétique, Géométrie, Algèbre pratiques - Notions de Physique - Mécanique pratique - Constructions mécaniques - Technologie - Croquis coté et dessin.

**Technicien** : Arithmétique - Algèbre - Géométrie - Notions de Trigonométrie - Physique - Chimie - Mécanique - Règle à calcul - Résistance des matériaux - Technologie - Constructions mécaniques - Croquis coté et dessin.  
**In-énieur-adjoint** : Algèbre - Géométrie - Trigonométrie - Mécanique théorique - Règle à calcul - Mécanique appliquée - Electricité - Statique graphique - Machines et moteurs - Dessin.

**In-énieur** : Mathématiques générales - Géométrie analytique - Géométrie descriptive - Physique industrielle - Mécanique rationnelle - Résistance des matériaux - Thermodynamique - Chimie industrielle - Machines motrices - Electricité - Usinage - Machines-outils - Construction d'usines.

### CONSTRUCTIONS AÉRONAUTIQUES

**Apprenti** : Notions d'Arithmétique, Géométrie, Algèbre - Technologie - Dessin - Notions d'aviation.

**Dessinateur** : Arithmétique, Géométrie, Algèbre pratiques - Notions de Physique - Mécanique pratique - Technologie - Croquis et dessin - Aviation.

**Technicien** : Arithmétique - Géométrie - Algèbre - Trigonométrie pratique - Physique - Chimie - Mécanique - Résistance des matériaux - Règle à calcul - Constructions mécaniques - Aviation (moteur et avion) - Croquis coté et dessin.

**In-énieur-adjoint** : Algèbre - Géométrie - Trigonométrie - Mécanique - Règle à calcul - Constructions mécaniques - Statique graphique - Mécanique appliquée - Outillage - Electricité - Construction d'avions - Aérodynamique - Dessin.

**In-énieur** : Mathématiques générales - Géométrie analytique - Géométrie descriptive - Physique industrielle - Chimie industrielle - Mécanique - Thermodynamique - Résistance des matériaux - Electricité - Const. d'avions.

### ÉLECTRICITÉ

**Monteur** : Notions d'Arithmétique, Algèbre, Géométrie - Electricité pratique - Dessin électrique.

**Des-inateur** : Arithmétique, Géométrie, Algèbre pratiques - Physique - Electricité industrielle - Dessin - Danger des courants - Eclairage électrique.

**Conducteur** : Arithmétique - Algèbre - Géométrie - Notions de Trigonométrie - Physique - Chimie - Règle à calcul - Technologie - Moteurs industriels - Electricité industrielle - Dessin électrique.

**In-énieur-adjoint** : Algèbre - Géométrie - Trigonométrie - Règle à calcul - Mécanique - Résistance des matériaux - Electricité - Mesures - Eclairage - Bobinage.

**In-énieur** : Mathématiques générales - Géométrie analytique - Géométrie descriptive - Physique - Applications mécaniques - Hydraulique - Electrotechnique - Essais - Calculs - Mesures - Production et distribution - Appareillage électrique - Electrochimie.

### CHIMIE

**Aide-chimiste** : Notions d'Arithmétique, Géométrie, Algèbre - Dessin - Chimie : métaux, métalloïdes.

**Préparateur** : Arithmétique, Géométrie, Algèbre pratiques - Physique - Chimie : métaux, métalloïdes, chimie organique - Manipulations chimiques.

**Chef de laboratoire** : Arithmétique - Géométrie - Algèbre - Notions de Trigonométrie - Physique - Electricité - Chimie : métaux, métalloïdes, chimie organique - Manipulations chimiques - Analyse chimique.

**In-énieur-adjoint** : Algèbre - Géométrie - Trigonométrie - Chimie générale : métaux, métalloïdes, chimie organique - Electricité - Métallurgie - Analyse chimique.

**In-énieur** : Mathématiques supérieures - Electricité - Chimie - Physique - Electrometallurgie - Chimie industrielle - Chimie du bâtiment - Chimie agricole - Chimie des parfums - Analyse qualitative et quantitative.

### SECTION SPÉCIALE DE RADIOTECHNIQUE

Programme gratuit sur demande  
Joindre un timbre pour la réponse.  
Cours élémentaires, moyens et supérieurs



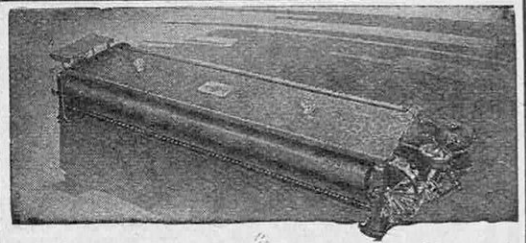
**DITMAR**

En vente dans toutes les bonnes maisons de photo et de cinéma  
Demander documentation concernant les ciné-  
cameras et projecteurs bi-films "DITMAR"

**CONSORTIUM-PHOTO-CINÉMA**

40, Rue Condorcet, 40 — PARIS (9<sup>e</sup>)  
Tél. TRUD. 54-9

*Saisissez et faites revivre avec Ditmar  
C'est parfait et si simple*



*Une nouvelle machine  
à tirer les bleus*

L'ÉLECTROGRAPHE BOY a été étudié, sous l'angle de la situation économique actuelle, pour satisfaire aux besoins d'une Clientèle soucieuse de réduire au minimum ses Frais d'achat et ses Frais généraux, mais trop avertie pour fixer son choix sur une Machine ne présentant pas des Garanties de longue durée et d'amortissement rapide.

*Robuste Rapide  
Economique*

Demandez Catalogues et Renseignements à

**LA VERRERIE SCIENTIFIQUE**  
12, AV. du MAINE. PARIS. XV<sup>e</sup> T. Littré 90-13

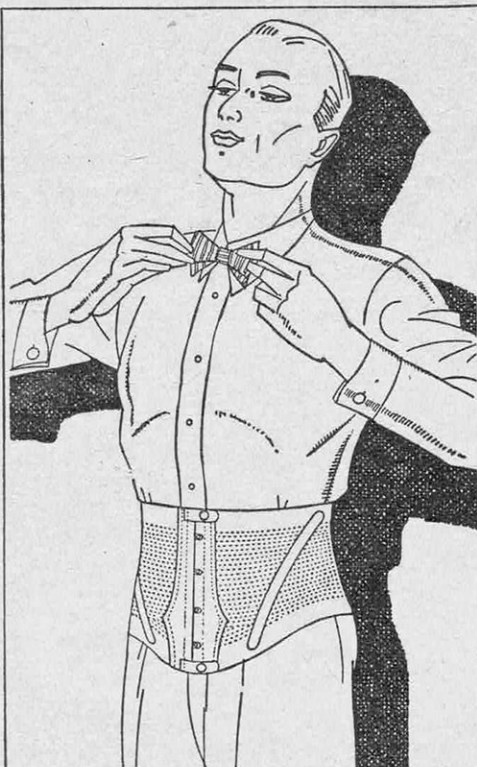
LE PLUS MODERNE DES JOURNAUX  
*Documentation la plus complète et la plus variée*

# EXCELSIOR

GRAND QUOTIDIEN ILLUSTRÉ

ABONNEMENTS

FRANCE ET COLONIES.. . . .	{	Trois mois . . . . .	40 fr.
		Six mois.. . . .	77 fr.
		Un an.. . . .	150 fr.
BELGIQUE.. . . . .	{	Trois mois.. . . .	48 fr.
		Six mois.. . . .	93 fr.
		Un an.. . . .	180 fr.
ÉTRANGER (tarif postal réduit)	{	Trois mois . . . . .	73 fr.
		Six mois.. . . .	135 fr.
		Un an.. . . .	260 fr.
ÉTRANGER (tarif postal aug- menté.. . . . .	{	Trois mois . . . . .	98 fr.
		Six mois.. . . .	190 fr.
		Un an.. . . .	370 fr.



Pour sa Santé !  
Pour sa Ligne !

**L'HOMME MODERNE**  
doit porter la  
**Nouvelle Ceinture**

**Anatomic**

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

Nos	TISSU ÉLASTIQUE — BUSC CUIR —	Haut. devant	COTE	
			forte	souple
101	Non réglable...	20 c/m	100 f.	130 f.
102	Réglable.....	20 c/m	120 f.	150 f.
103	Non réglable...	24 c/m	130 f.	160 f.
104	Réglable.....	24 c/m	150 f.	180 f.

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

**BELLARD - V. THILLIEZ**  
SPÉCIALISTES  
24, Faubourg Montmartre, PARIS-9<sup>e</sup>

## Compagnie du Gaz de Paris

Société anonyme au capital de 150.000.000 fr.

SIÈGE SOCIAL :

6, rue Condorcet, 6 — PARIS (IX<sup>e</sup>)

Téléphone : TRUDAINE 73-00 (10 lignes)

Avec  
les nouveaux tarifs

# Le GAZ

est  
le combustible  
le moins cher !

### I. AU DELÀ D'UN MINIMUM DE CONSOMMATION :

**0 fr. 70** le mètre cube pour les usages domestiques :

chauffage par radiateurs ;  
production d'eau chaude ;  
réfrigération ;  
lavage et repassage du linge.

**0 fr. 60** le mètre cube pour les usages industriels.

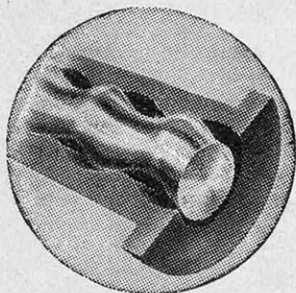
**0 fr. 70** et même **0 fr. 60** le mètre cube pour les industries et commerces de l'alimentation.

### II. POUR TOUTE LA CONSOMMATION :

**0 fr. 60** le mètre cube pour le chauffage central ; la distribution générale d'eau chaude dans les immeubles à loyers (consommation minimum : 1.000 mètres cubes).

**0 fr. 55** le mètre cube pour le chauffage des fours de boulangers.

Renseignez-vous à votre **BUREAU DE QUARTIER** ou au **Service des Applications Industrielles du Gaz**, 6, rue Condorcet, Paris (9<sup>e</sup>). Téléphone : Trudaine 73-00.



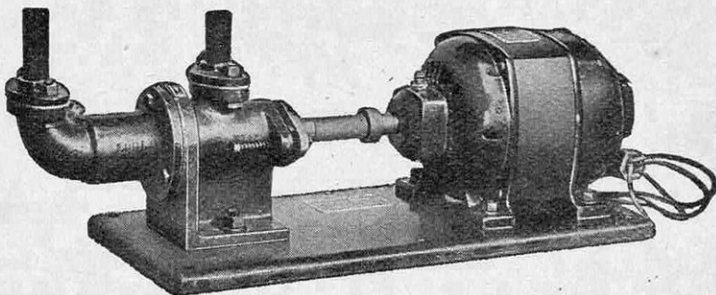
# POMPES EN CAOUTCHOUC

LICENCE R. MOINEAU, BREVETÉE FRANCE ET ÉTRANGER

## AVANTAGES

**TOUS FLUIDES LIQUIDES OU GAZEUX**  
EAU — VIN — PURIN  
MAZOUT — ESSENCE  
LIQUIDES ÉPAIS ET ABRASIFS  
LIQUIDES ALIMENTAIRES  
CRAINANT L'ÉMULSION

**SILENCIEUSES**  
AUTO-AMORÇAGE  
SIMPLICITÉ - ROBUSTESSE  
USURE NULLE - ÉCONOMIE  
— TOUS DÉBITS —  
— TOUTES PRESSIONS —  
FACILITÉ D'ENTRETIEN



FOIRE DE PARIS — Stand 1840 — Terrasse B

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

## LA RADIESTHÉSIE SCIENTIFIQUE ou RADIO-DÉSINTÉGRATION

### L. TURENNE

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

19, rue de Chazelles, PARIS (17<sup>e</sup>) Téléphone : Wagram 42-29

**Appareils perfectionnés - Livres  
COURS ET LEÇONS**

LES ONDES ÉLECTRO-MAGNÉTIQUES (3 plans d'induction).

ONDES des AIMANTS, des COULEURS, des CRISTAUX, de tous les CORPS.

RECHERCHE d'EAU et de MÉTAUX. — ONDES de SANTÉ, CONTRÔLE des MÉDICAMENTS.

PHOTOGRAPHIES des ONDES.

Le TÉMOIN INDIVIDUEL (notre double).

MAISONS CONTAMINÉES. — ONDES

NOCIVES d'autos, d'avions, de trains ; leurs APPAREILS DE PROTECTION.

APPLICATIONS à la Défense nationale.

Envoi franco des notices explicatives

**POMPES - ÉLECTRICITÉ - CHAUFFAGE**

## un ensemble unique...

PHOTOGRAVURE  
OFFSET - TYPONS  
GALVANOPLASTIE  
CLICHERIE  
PHOTOS  
RETOUCHES

pour  
**illustrer vos  
Publicités**

Établissements

## Laureys Frères

17, rue d'Enghien, Paris

# Des MUSCLES en 30 JOURS! NOUS LE GARANTISSONS

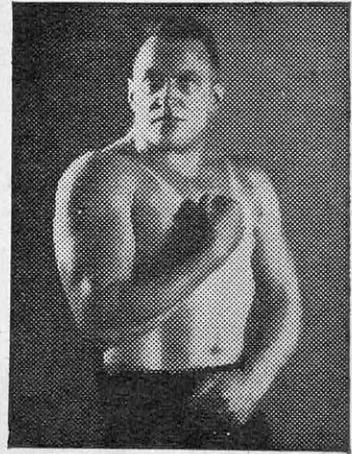
C'est avec juste raison qu'on nous appelle les « Constructeurs de muscles ». En trente jours nous pouvons transformer votre corps d'une manière que vous n'auriez jamais crue possible. Quelques minutes d'exercice chaque matin suffisent pour augmenter de 4 centimètres les muscles de vos bras et de 12 centimètres 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 parfaire 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 j'amais 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, dont la prééminence vous émerveille, la fermeté, mais nous vous donnons encore l'ÉNERGIE, la VIGUEUR, la SANTÉ. Rappelez-vous que nous ne nous contentons pas de promettre : nous garantissons ce que nous avançons : FAITES-VOUS ADRESSER par le **DYNAM INSTITUT** le livre GRATUIT : **Comment former ses muscles.** (L'Éducation Physique de la Nation Française). 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 frais d'envoi. 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 (Section A 76) 25, rue d'Astorg, PARIS (8<sup>e</sup>)

*Veillez m'adresser gratuitement et sans engagement de ma part votre livre intitulé : Comment former ses muscles (L'Éducation Physique de la Nation Française), ainsi que tous les détails concernant votre garantie. Ci-inclus 2 frs en timbres-poste pour frais d'envoi.*

NOM : .....

ADRESSE : .....

# ÉTUDES CHEZ SOI

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

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

## L'ÉCOLE UNIVERSELLE,

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

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

### LES MILLIERS DE SUCCÈS

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

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

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

**BROCHURE N° 34.001**, 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° 34.008**, concernant toutes les *classes complètes* de l'**Enseignement secondaire** officiel depuis la onzième jusqu'au *Baccalauréat* inclusivement — concernant aussi les examens de passage — concernant, enfin, pour les jeunes gens et les jeunes filles qui ont déjà suivi les cours d'un lycée ou d'un collège, la préparation rapide aux *divers baccalauréats* et aux *diplômes de fin d'études secondaires*.

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

**BROCHURE N° 34.010**, 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° 34.016**, concernant la préparation aux concours d'admission dans **toutes les grandes Ecoles spéciales** : Agriculture, Industrie, Travaux Publics, Mines, Commerce, Armée et Marine, Enseignement, Beaux-Arts, Colonies, etc.

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

**BROCHURE N° 34.020**, 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° 34.025**, 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° 34.033**, concernant la préparation aux carrières d'Ingénieur, Sous-Ingénieur, Dessinateur, Conducteur, Chef de Chantier, Contremaître dans toutes les spécialités de l'Industrie et des Travaux publics : Electricité, T. S. F., Mécanique, Automobile, Aviation, Mines, Forge, Chauffage central, Chimie, Travaux publics, Architecture, Béton armé, Topographie, etc.  
(Enseignement donné par des Professeurs des Grandes Ecoles, Ingénieurs spécialistes, Professeurs de l'Enseignement technique, etc.)

**BROCHURE N° 34.039**, 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° 34.044**, 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° 34.049**, 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, Coupeur pour hommes, Professorats libres et officiels, etc.  
(Enseignement donné par des Professeurs officiels et par des Spécialistes hautement réputés.)

**BROCHURE N° 33.053**, concernant la préparation aux carrières du Cinéma : Carrières artistiques, techniques et administratives.  
(Enseignement donné par des Techniciens spécialistes.)

**BROCHURE N° 33.056**, concernant la préparation aux carrières du Journalisme : Rédacteur, Secrétaire de Rédaction, Administrateur-Directeur, etc.  
(Enseignement donné par des Professeurs spécialistes.)

**BROCHURE N° 33.060**, 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'Écriture, etc.  
(Enseignement donné par des Professeurs de l'Enseignement primaire et de l'Enseignement secondaire.)

**BROCHURE N° 33.065**, concernant l'étude des Langues étrangères : Anglais, Espagnol, Italien, Allemand, Russe, Annamite, Portugais, Arabe, Esperanto. — Concernant, en outre, les carrières accessibles aux polyglottes et le Tourisme (Interprète).  
(Enseignement donné par des Professeurs ayant longuement séjourné dans les pays dont ils enseignent la langue.)

**BROCHURE N° 33.072**, concernant l'enseignement de tous les Arts du Dessin : Cours universel de dessin, Dessin usuel, Illustration, Caricature, Composition décorative, Décoration, Aquarelle, Peinture, Pastel, Fusain, Gravure, Décoration publicitaire — concernant également la préparation à tous les Métiers d'art et aux divers Professorats, E. P. S., Lycées, Ecoles pratiques.  
(Enseignement donné par des Artistes réputés, Lauréats des Salons officiels, Professeurs diplômés, etc.)

**BROCHURE N° 33.075**, concernant l'enseignement complet de la musique : Musique théorique (Solfège, Chant, Harmonie, Contrepoint, Fugue, Composition, Instrumentation, Orchestration, Transposition), Musique instrumentale (Piano, Accompagnement au piano, Violon, Flûte, Mandoline, Banjo, Clarinette, Saxophone, Accordéon) — concernant également la préparation à toutes les carrières de la Musique et aux divers Professorats officiels ou privés.  
(Enseignement donné par les Grands Prix de Rome, Professeurs membres du jury et Lauréats du Conservatoire national de Paris.)

**BROCHURE N° 33.080**, concernant la préparation à toutes les carrières coloniales : Administration, Commerce, Industrie, Agriculture.  
(Enseignement donné par des Fonctionnaires supérieurs des Grandes Administrations, Techniciens spécialistes des questions coloniales, Ingénieurs d'Agronomie coloniale.)

**BROCHURE N° 33.084**, concernant l'Art d'écrire (Rédaction littéraire, Versification) et l'Art de parler en public (Eloquence usuelle, Diction).

**BROCHURE N° 33.088**, concernant l'enseignement pour les enfants débiles ou retardés.

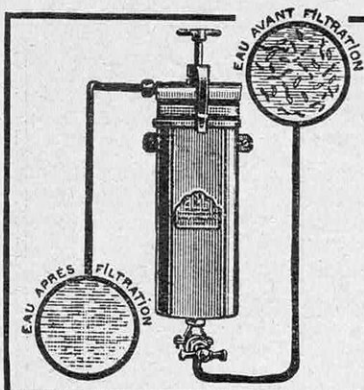
**BROCHURE N° 33.092**, concernant les carrières féminines dans tous les ordres d'activité.

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

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

# L'ÉCOLE UNIVERSELLE

59, boulevard Exelmans, PARIS (16<sup>e</sup>)



## FILTRE CHAMBERLAND SYSTÈME PASTEUR

sans emploi d'agents chimiques  
donne l'eau vivante et pure avec tous ses sels digestifs et nutritifs.

FILTRES A PRESSION    FILTRES DE VOYAGE  
ET SANS PRESSION    ET COLONIAL

BOUGIES DE DIVERSES POROSITÉS POUR LABORATOIRES

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

PUBL. G. BLOCH

## LANGUES VIVANTES



IL EST  
PLUS FACILE  
d'apprendre seul  
L'ANGLAIS  
L'ALLEMAND  
L'ITALIEN  
L'ESPAGNOL  
avec

# ASSIMIL

" LA MÉTHODE FACILE "

que par n'importe quel autre moyen.

LA PLUS FORTE VENTE EN FRANCE

Grosse économie de temps et d'argent.

7 leçons d'essai et documentation complète  
contre 2 fr. en timbres ou coupons-réponses  
pour chaque langue.

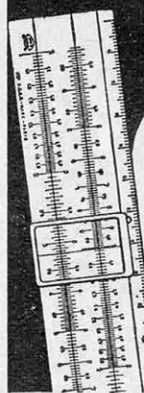
ASSIMIL, 4, r. Lefebvre, Paris (15<sup>e</sup>)

(Service S. C.)

FOIRE DE PARIS - HALL 40

**SANS-FILISTES** avant d'acquiescer un  
appareil récepteur, n'hésitez pas à  
consulter le service technique de  
**La Science et la Vie**. Il vous  
renseignera impartialement sans  
tenir compte de considérations  
commerciales qui, trop souvent,  
faussent le jugement.

(Joindre un timbre de 0 fr. 65.)



**Demandez  
la documentation**

(envoyée gratis et sans engagement)  
pour connaître les multiples  
services que vous rendent les

**RÈGLES A CALCUL DE POCHE**

**MARC**

simples, pratiques, précises  
de 34 à 45 frs.

24, RUE DE DUNKERQUE, PARIS X<sup>e</sup>

VENTE : PAPETIERS - LIBRAIRES  
INSTRUMENTS DE PRÉCISION, OPTICIENS

LA PUBLICITÉ DE  
LA SCIENCE ET LA VIE  
est exclusivement reçue par  
EXCELSIOR PUBLICATIONS

118, CHAMPS-ÉLYSÉES - ÉLYSÉES 65-94 à 98



de vraies  
**BESANÇON**...

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

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

Echanges et reprises de montres anciennes.

**SARDA**  
**BESANÇON**  
FABRIQUE D'HORLOGERIE DE PRÉCISION

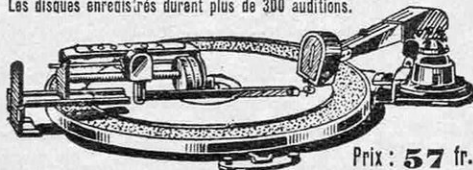
CONDITIONS spéciales aux lecteurs de "La Science et la Vie".

**ENREGISTREZ VOUS-MÊMES...**

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

**EGOVOX**  
L'ENREGISTREUR DU SON

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



CATALOGUE FRANCO SUR DEMANDE

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

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



**LE GLAÇON PERPÉTUEL**

+20°  
-15°

Ce petit appareil qui mesure 20 c/m par 5 de diamètre et pèse à peine 100 gr. se transforme instantanément en un **BLOC RÉFRIGÉRANT** dégageant un froid intense (-15°)

TOUJOURS PRÊT A FONCTIONNER  
IL RAFFRAICHIT JUSQU'A LA TEMPÉRATURE DÉSIRÉE TOUTES BOISSONS ET LIQUIDES.

SON USAGE N'ENTRAINE AUCUNE DÉPENSE, LES SELS RÉFRIGÉRANTS LIVRÉS AVEC CHAQUE APPAREIL ÉTANT RÉCUPÉRABLES APRÈS EMPLOI.

Chaque appareil est livré soigneusement emballé, avec Mode d'emploi, Gobelet doseur et Sac de 4 doses de Sels **Glaçons** AU PRIX DE

Envoi franco contre Chèque, Mandat ou Virement  
C. C. P. 2233.87  
adressé à la  
**Société GLAÇONS**  
Section N° 11  
19, Av. Trudaine, PARIS

**39.F.**

OFFREZ A VOS AMIS  
UN ABONNEMENT A

**La Science  
et la Vie**

VOUS LEUR FEREZ  
PLAISIR



UNE JUMELLE DE CLASSE

EXIGE

**le contrôle**

LE PLUS SÉVÈRE !

● La réalisation d'une jumelle de classe entraîne une suite d'opérations précises qu'il est indispensable de contrôler successivement.

● BBT fournisseur officiel du Gouvernement français et de nombreux Gouvernements étrangers auxquels il a livré à ce jour plus de **150.000 jumelles**, a dû, pour satisfaire aux cahiers des charges, organiser un véritable **laboratoire de contrôle**.

● Toute sa production d'optique y est vérifiée et aucune jumelle ne sort de ce laboratoire sans une fiche de **garantie** attestant l'absence de tout défaut.

JUMELLES DE  
PRÉCISION

**BBT**

R.L.D.



Demandez à votre opticien la plaquette  
"UN RÊVE RÉALISÉ"  
ou à défaut, réclamez-la en écrivant à :  
**BBT KRAUSS, 82, Rue Curial, Paris-19<sup>e</sup>**

Le Poids Mort n'a pas besoin  
de faire du tourisme à vos frais



**TRANSPORTEZ  
20 %  
de plus  
pour le même prix**

**C'EST UNE ECONOMIE IMMÉDIATE**  
que vous pouvez réaliser en équipant à l'avenir vos châssis poids lourds  
**de CARROSSERIES en ALLIAGES LÉGERS**

A résistance égale, la carrosserie construite en alliage d'aluminium pèse 50 0/0 de moins que la carrosserie de construction ordinaire. Cet allègement permet, pour un même poids total sur la route, de transporter en moyenne 20 0/0 de chargement utile supplémentaire.

**KILOGS  
DE POIDS MORT = DE CHARGE UTILE  
EN MOINS**                      **KILOGS  
DE CHARGE UTILE  
EN PLUS**

Demandez à

**L'ALUMINIUM FRANÇAIS**

23 bis, rue de Balzac, PARIS (8<sup>e</sup>) - Tél. Carnot 54-72

de vous aider à réaliser des économies sur vos transports

Veillez m'adresser : 1. Votre notice documentaire sur l'allègement des carrosseries.  
2. Quelques exemples de cas concrets d'allègement réalisés.

NOM : .....  
PROFESSION : .....  
ADRESSE : .....

BON A DÉCOUPER ET À ENVOYER À :  
L'ALUMINIUM FRANÇAIS, 23 bis, RUE DE BALZAC, PARIS (VIII<sup>e</sup>)

# ÉCOLE CENTRALE DE T.S.F.

12, RUE DE LA LUNE, PARIS 2<sup>e</sup>



Fondée en 1919

Médaille d'or 1920

Médaille d'or 1931

## PRÉPARATION AUX SITUATIONS

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

## Service Militaire - T. S. F.

Génie — Marine — Aviation

Cours du **Jour**, du **Soir** et par **Correspondance**

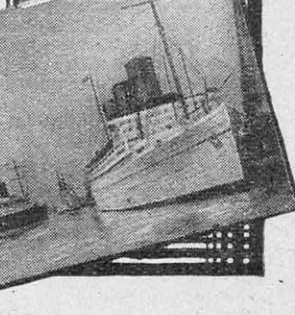
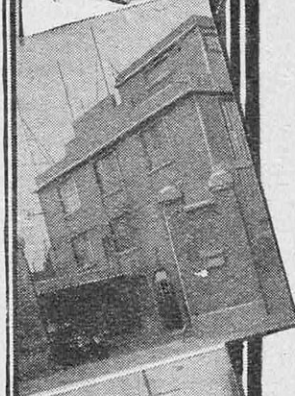
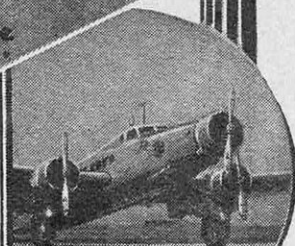
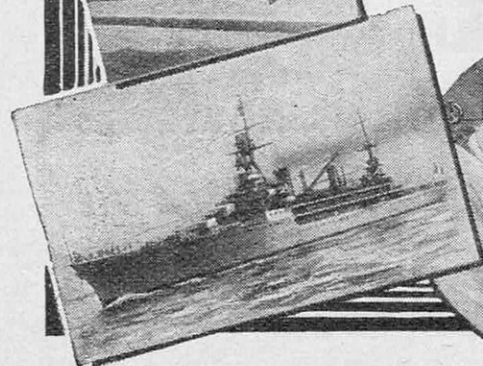
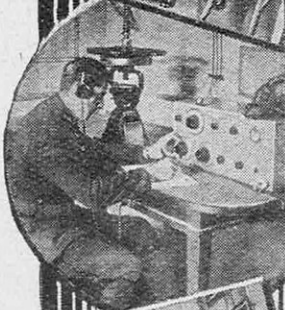
### Le placement et l'incorporation

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

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

## La grande Ecole française de la Radio

Demander renseignements pour la nouvelle  
session de Juillet.



# 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<sup>r</sup> le Docteur L. P. GRARD, Institut Médical Moderne, 30, Avenue Alexandre-Bertrand à FOREST-BRUXELLES, et vous recevrez par retour du courrier, sous enveloppe fermée, le précis d'électrothérapie avec illustrations et dessins explicatifs.

Affranchissement pour l'Étranger; lettres 1.75, cartes 1 f.

Une **INVENTION  
NOUVELLE**

est souvent une source de  
profits pour son auteur.

Un **BREVET  
d'INVENTION**

bien étudié permet  
seul d'en tirer parti.

POUR AVOIR  
UNE BONNE  
PROTECTION

**UTILISEZ LES  
SPÉCIALISTES**

DE

**LA SCIENCE ET LA VIE**



RENSEIGNEMENTS  
GRATUITS SUR PLACE  
ET PAR ÉCRIT AU

**SERVICE SPÉCIAL DES  
INVENTIONS NOUVELLES**

DE

**LA SCIENCE ET LA VIE**



23, RUE LA BOÉTIE  
PARIS (VIII<sup>e</sup>)

# LA GUÉRISON DE LA TIMIDITÉ

On parle beaucoup d'une récente découverte qui permettrait de guérir radicalement la timidité.

D'après M. Borg, la timidité ne serait pas une maladie morale, mais une maladie physique.

« Prenez, dit-il, un timide. Empêchez-le de trembler, de rougir, de perdre son attitude naturelle pour prendre une attitude ridicule. Montrez-lui comment il peut éviter ces manifestations physiques de son émotion et vous l'aurez guéri de son mal. Jamais plus il ne se troublera, ni pour passer un examen, ni pour déclarer son amour à une jeune fille, ni même s'il doit, un jour, parler en public. Mon seul mérite est d'avoir découvert le moyen qui permet à chacun, instantanément et sans effort, de maîtriser ses réflexes. »

Il semble bien, en effet, que M. Borg a trouvé le remède définitif de la timidité. J'ai révélé sa méthode à plusieurs de mes amis. L'un d'eux, un avocat, était sur le point de renoncer à sa carrière tant il se sentait bouleversé chaque fois qu'il devait prendre la parole; un prêtre, malgré sa vaste intelligence, ne pouvait se décider à monter en chaire; ils furent tous deux médusés par les résultats qu'ils obtinrent. Un

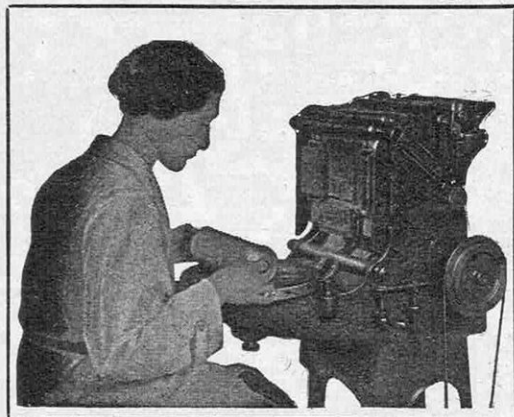
étudiant, qui avait échoué plusieurs fois à l'oral du baccalauréat, étonna ses professeurs à la dernière session en passant son examen avec un brio étourdissant. Un employé, qui osait à peine regarder son directeur, se sentit soudain l'audace de lui soumettre une idée intéressante et vit doubler ses appointements. Un représentant, qui hésitait cinq bonnes minutes devant la porte de ses clients avant d'entrer, est devenu un vendeur plein de cran et irrésistible.

Sans doute désirerez-vous acquérir, vous aussi, cette maîtrise de vous-même, cette audace de bon aloi qui sont si précieuses pour gagner les dures batailles de la vie. Je ne peux pas, dans ce court article, vous exposer en détail la méthode Borg, mais j'ai décidé son auteur à la diffuser auprès de nos lecteurs. Priez donc M. Borg de vous envoyer son intéressant ouvrage: « Les lois éternelles du succès ». Il vous l'adressera généreusement, sans vous demander un centime. Voici son adresse: B.-E. Borg, 56, rue de l'Université, Paris. Ecrivez-lui tout de suite avant que l'édition de propagande soit épuisée.

H. DE CASTRO.

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

LA  
**POLYCHROME**  
**DUBUIT**



PUBL. C. BLOCH



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**

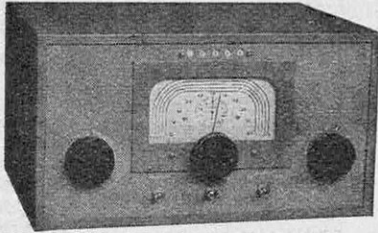
(VOIR ARTICLE DANS LE N° 227, PAGE 429)

**MACHINES DUBUIT**  
62 bis, rue Saint-Blaise

**PARIS**  
Rq. : 19-31

Quels que soient les achats que vous désirez effectuer, adressez-vous de préférence aux annonceurs de LA SCIENCE ET LA VIE.  
— Vous serez certains d'avoir le maximum de satisfaction dans le minimum de temps.

# Un Super Colonial moderne



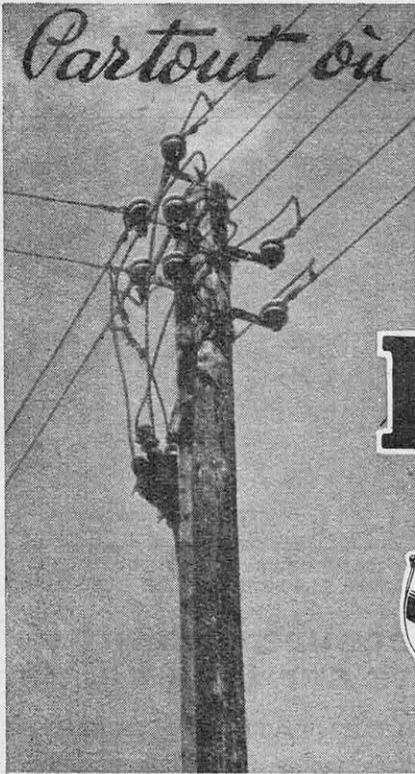
NOTICE DÉTAILLÉE ET TARIF sur simple demande mentionnant *La Science et la Vie*.

Désireux de donner satisfaction à de nombreuses demandes de leurs clients, les *Etablissements GAILLARD*, 5, rue Charles-Lecocq, Paris-15<sup>e</sup>, ont créé un poste colonial couvrant sans trou la gamme de 10 à 120 mètres. Ce poste supporte avantageusement la comparaison avec tous les appareils existant actuellement sur le marché, sous tous les rapports : présentation, technique, sécurité, et surtout prix.

(Voir article descriptif page xxiii du présent numéro)

Etab. GAILLARD, 5, r. Charles-Lecocq, Paris-15<sup>e</sup>

PUBL. C. BLOCH



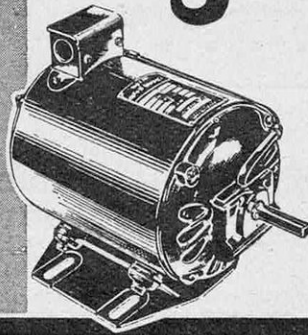
*Partout où*

*passé*  
*le courant lumière*

...ET SANS INSTALLER  
LA FORCE!..

*vous pouvez brancher un*

# Ragonot-Delco



ETS RAGONOT

15, Rue de Milan - PARIS-IX<sup>e</sup>  
Téléphone : Trinité 17-60 et 61

Pub. R.-L. Dupuy

## INVENTEURS

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

DEMANDEZ LA BROCHURE GRATUITE "S"

## LA SCIENCE ET LA VIE

est le seul Magazine de Vulgarisation  
Scientifique et Industrielle

ÉVITEZ LES ÉPIDÉMIES

◀ **FILTRE** ▶

DANS TOUTES BONNES MAISONS  
et 155, faubourg Poissonnière, Paris

# MALLIÉ





**ÉCONOMIE**

POUVANT ATTEINDRE

**75%**

SUR LE CAMION A ESSENCE PAR L'EMPLOI DU

**GAZOGÈNE**

**GOHIN-POULENC**

Renseignements et devis sur demande à la

C<sup>ie</sup> des Procédés GOHIN-POULENC, 6, rue Thiers, CHOISY-LE-ROI (Seine)

TÉLÉPHONE : BELLE-ÉPINE 01-60

**Sans Savoir Vous Pouvez DESSINER**

PENDANT VOS

**VACANCES**

rapidement et exactement, sans études préalables d'après nature et d'après documents, à n'importe quelle grandeur, grâce au

**DESSINEUR : 135 fr.**

(CHAMBRE CLAIRE SIMPLIFIÉE)

Emballage et port : France, 5 fr.; Etranger, 10 fr.

ou à la

**CHAMBRE CLAIRE UNIVERSELLE**

( 2 modèles de précision )

ENVOI GRATUIT DU CATALOGUE N° 12 ET DE NOMBREUSES RÉFÉRENCES OFFICIELLES

PUBL. C. BLOCH



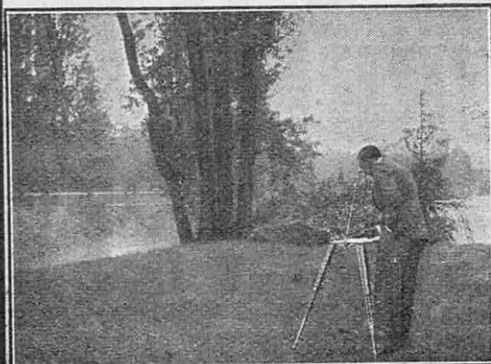
Donne dessins agrandis, copiés, ou réduits, de paysages, portraits, objets quelconques, etc...

EX. : AGRANDISSEMENT D'UNE PHOTO.

**P. BERVILLE** INSTRUMENTS et FOURNITURES POUR LE DESSIN

18, Rue La Fayette — PARIS-9<sup>e</sup>

CHÈQUES POSTAUX : 1271-02 — MÉTRO : CHAUSSEÉ-D'ANTIN



EX. : DESSIN DE PAYSAGE D'APRÈS NATURE

**LES VERRES à DOUBLE FOYER**



**DIACHROM**



PERMETTENT AVEC UNE SEULE LUNETTE DE VOIR AUSSI BIEN DE PRÈS QUE DE LOIN

Production de la SOCIÉTÉ DES LUNETIERS, dont la marque bien connue est une garantie de fabrication scientifique parfaite.

Ils sont en vente chez les Opticiens Spécialistes (Prix imposé).

La Société des Lunetiers, 6, rue Pastourelle, Paris, ne vend pas aux particuliers.

# Cigarettes ANIC

extra - douces  
à bout filtrant

*Régie Française*

*Caisse Autonome d'Amortissement*

## L'AGRICULTURE NOUVELLE

Indispensable à tous ceux qui vivent de la terre ou s'intéressent aux choses de la campagne, *L'Agriculture Nouvelle* publie tous les samedis, dans un numéro de 16 pages, grand format, copieusement illustré, des articles pratiques et documentés sur le génie rural, l'agriculture générale, la viticulture, la cidrerie, le jardinage, l'arboriculture, la basse-cour, le rucher, l'élevage, la médecine vétérinaire, la chasse, la pêche, etc.

Ce numéro de 16 pages se présente, grâce au nombre, à la variété et à la beauté de ses illustrations, sous une forme attrayante et élégante.

Tous les quinze jours, *L'Agriculture Nouvelle* présente à ses lecteurs une revue des travaux et recherches scientifiques intéressant les productions de la terre et l'exploitation du bétail.

Dans les mêmes conditions, elle donne une énumération complète des lois et décrets, arrêtés, circulaires qui se rapportent aux professions agricoles. Une page féminine est consacrée aux choses de la mode, du ménage, de la famille et aux conseils du médecin.

Une page de lectures amusantes et instructives, des dessins humoristiques, un roman passionnant font de chaque numéro de *L'Agriculture Nouvelle* un journal complet, joignant l'utile à l'agréable.

Le prix du numéro est de **1 franc**. Celui de l'abonnement annuel aux 52 numéros, de **45 francs**. ADMINISTRATION : 18, rue d'Enghien, Paris (10<sup>e</sup>).

**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<sup>e</sup>)

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<sup>o</sup>.....

Ville et Département.....

Date de naissance (1).....

Diplômes le cas échéant (1).....

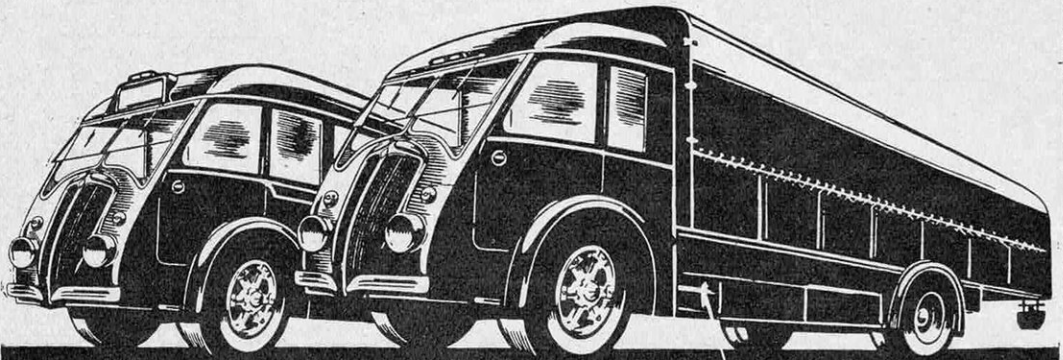
Lieu et date de nomination (1).....

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.

LES VÉHICULES INDUSTRIELS ET CARS  
**RENAULT 1938**



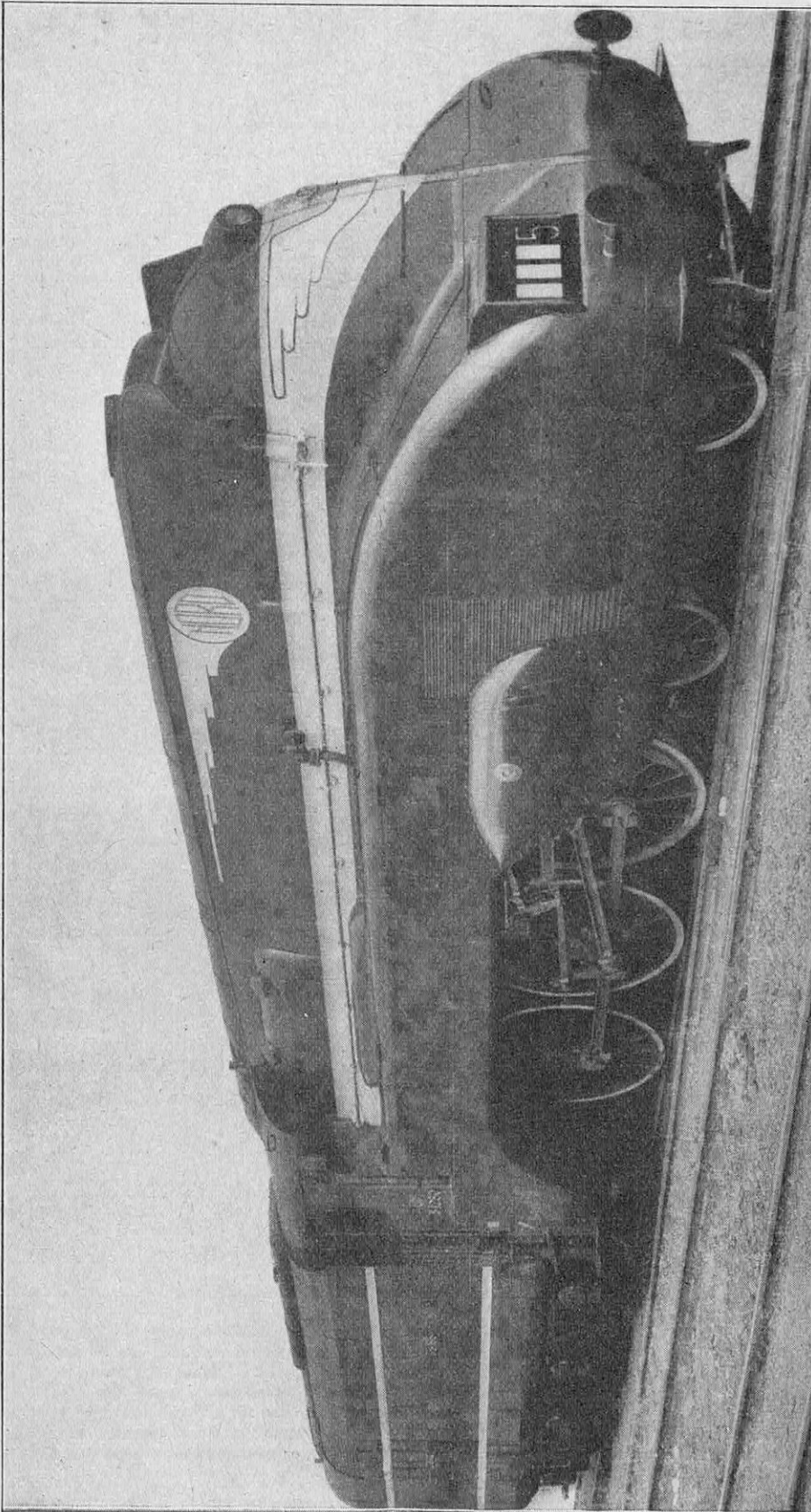
**DE LA CAMIONNETTE 500 KGS  
AU GROS PORTEUR 10 TONNES  
DU CAR 23 PLACES AU CAR 51 PLACES**

vous permettent seuls, d'assurer les transports de personnes  
ou de marchandises dans les meilleures conditions

de **RAPIDITÉ**  
de **SÉCURITÉ**  
et d' **ÉCONOMIE**

VENTE A CRÉDIT AVEC LE CONCOURS DE LA D.I.A.C., 47 bis, AVENUE HOCHÉ, PARIS





VOICI LA LOCOMOTIVE « PACIFIC » CARÉNÉE DU « NORD » QUI RÉALISE LA LIAISON PARIS-BOULOGNE A 99 KM/H (« FLECHE D'OR ») ET PARIS-BRUXELLES A 101 KM/H (« ÉTOILE DU NORD ») DE VITESSE MOYENNE

L'étude du carénage, effectuée sur maquette à la soufflerie aérodynamique de Saint-Cyr, a permis un gain de puissance de 120 ch à 120 km/h et de 200 ch à 150 km/h; l'économie de combustible ressort respectivement à 120 et 200 kg de charbon par heure. D'une puissance de 2 200 ch, cette machine atteint, en remorquant des trains de 500 t, la vitesse de 130 km/h. On remarquera le dispositif pare-fumées constitué par deux surfaces gauches, sensiblement parallèles à l'axe de la locomotive et dont les marges supérieures convergent, sans se rejoindre, jusqu'à la limite postérieure du toit de l'abri du mécanicien.

# LOCOMOTIVES A GRANDE PUISSANCE

Par Jean MARCHAND

INGÉNIEUR I. E. G., LICENCIÉ ÈS SCIENCES

*Depuis la première réalisation de la locomotive à vapeur par Stephenson, en Angleterre (1825), de nombreux perfectionnements ont permis de remorquer des charges de plus en plus lourdes à des vitesses de plus en plus élevées. Après l'adoption des chaudières tubulaires, du couplage des essieux moteurs, du compoundage (double ou triple expansion), de la surchauffe, voici les locomotives à grande puissance. Cependant, malgré de réelles améliorations apportées notamment au circuit de vapeur et à l'échappement (la puissance a été ainsi accrue de 50 % et la consommation de combustible réduite de 20 à 30 %), la machine à vapeur attend de nouveaux perfectionnements résultant des recherches concernant les hautes pressions (de 30 à 60 kg/cm<sup>2</sup>), la commande individuelle des essieux moteurs, l'application de la turbine à vapeur. Parallèlement à cette évolution de la traction à vapeur se développe la construction des moteurs à combustion interne (genre Diesel) à grande puissance, qui a abouti à la réalisation de locomotives Diesel-électriques de plus de 4 000 ch. Ces nouvelles machines de traction ferroviaire, de par leurs qualités de vitesse et d'autonomie, ont autorisé des trajets de plus de 1 000 km, à une vitesse moyenne dépassant 100 km/h sans relais de machines. L'une des plus récentes locomotives Diesel-électriques, construite aux Etats-Unis, atteindrait près de 200 km/h ! Quant à la locomotive électrique (4 000 ch, 140 km/h), elle n'a guère évolué au cours de ces dernières années. Par contre, l'électrification s'est sensiblement développée dans de nombreux pays : extension des lignes, équipement automatique (sous-stations automatiques), dispatching, etc.*

LE chemin de fer, qui a longtemps joui d'un monopole de fait pour le transport des voyageurs et même des marchandises, — si l'on excepte celles acheminées par voie d'eau, — subit maintenant la concurrence des autres modes de locomotion mécanique, en particulier l'automobile et l'avion. Techniquement, le rail se défend aujourd'hui, sur les lignes secondaires, par l'automotrice, sur les lignes principales, par le train-bloc automoteur (1) pour les liaisons ultra-rapides et, d'une manière générale, par l'accélération des grands express et rapides, lourds certes, mais sûrs et confortables. Pour ces derniers, la vitesse commerciale moyenne est en augmentation continue. Au début de 1938, on peut dire qu'elle tend vers 100 km/h, chiffre qui n'était atteint qu'exceptionnellement il y a seulement quelques années. Le chiffre record pour l'Europe est 120 km/h sur la ligne Berlin-Hambourg, longue de 286 km. En France, nous avons : Tours-Bordeaux (352 km) effectué à 100,4 km/h ; Paris-Saint-Pierre-des-Corps (235 km en 2 h 11), 107,4 km/h ; Les Aubrais-Saint-Pierre-des-Corps, 115,7 km/h. En Amérique, la performance du « City of Denver » — qui, d'après les chiffres américains, couvre les 1 600 km qui séparent Chicago de Denver à 104 km/h de moyenne

— apparaît tout à fait remarquable. Il ne faut pas oublier, en effet, qu'il s'agit là de vitesses commerciales et que, pour compenser le temps perdu dans les ralentissements obligatoires et éventuellement dans les arrêts, les grands rapides doivent soutenir sur plusieurs dizaines de kilomètres des vitesses de l'ordre de 130 et même parfois 150 km/h. Aux Etats-Unis, sur le parcours Chicago-Los Angeles, la vitesse de pointe atteindrait même 199 km/h avec les nouvelles locomotives Diesel-électriques entrées récemment en service ! Il est évident que l'état actuel des voies, établies pour les tonnages et les vitesses d'il y a quelque vingt ans, ne pourrait permettre la généralisation de semblables performances. C'est donc tout le problème de l'infrastructure ferroviaire qu'il va falloir reprendre incessamment. En effet, la tendance actuelle vers des trains toujours plus lourds et toujours plus rapides ira sans doute en s'accroissant. Déjà, on envisage, en Amérique, que l'avenir est au convoi de 1 000 t remorqué à 175 km/h, tandis que, plus modestement, les techniciens européens fixent le terme de l'évolution présente au convoi de 700 à 800 t remorqué à 160 km/h. Bien entendu, le type de locomotive capable d'assurer commercialement de tels services reste à réaliser, et nous allons, tout à l'heure,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 251, page 390.

voir dans quelles directions s'orientent actuellement les recherches vers des types perfectionnés ou nouveaux de locomotives à grande puissance.

### Les perfectionnements de la locomotive à vapeur

Le type de locomotive de beaucoup le plus répandu, celui qui règne encore incontestablement sur les réseaux ferrés du monde entier (1), est la locomotive à vapeur, à pres-

dans de fortes proportions la puissance qu'elle peut développer et la vitesse qu'elle peut atteindre.

Les plus grandes difficultés rencontrées dans la construction des locomotives sont d'ordre essentiellement pratique et résultent de la nécessité de rester dans les limites d'encombrement imposées par le gabarit international, de ne pas dépasser la charge maximum admissible par essieu (charge qui dépend elle-même de la voie), de disposer

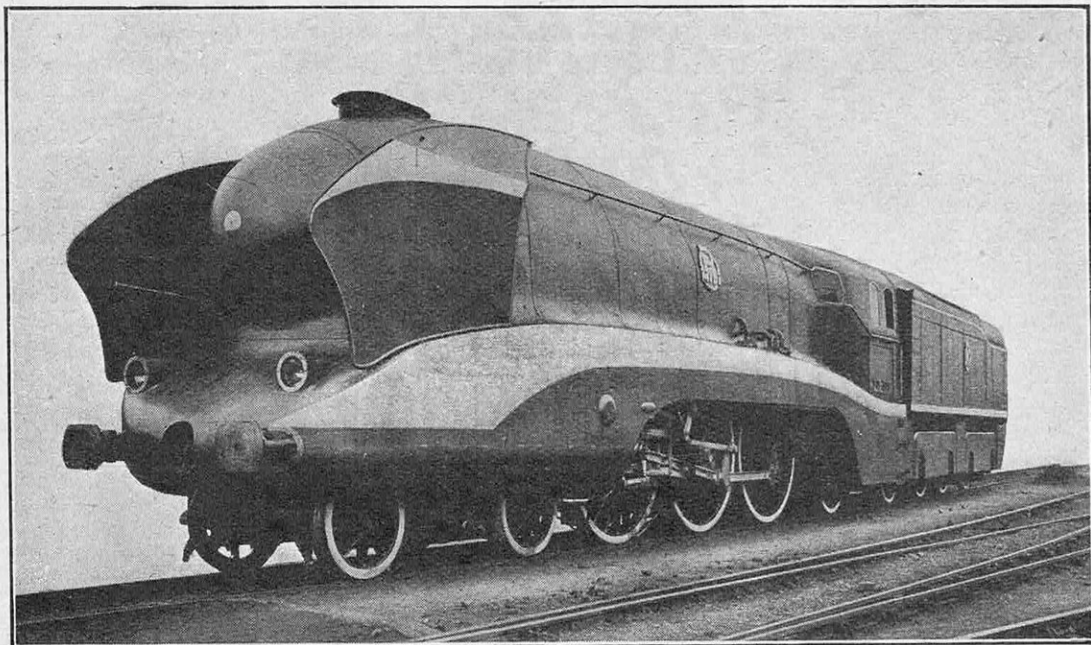


FIG. 1. — LOCOMOTIVE « PACIFIC » TRANSFORMÉE DE LA SOCIÉTÉ NATIONALE DES CHEMINS DE FER FRANÇAIS (S. N. C. F.) — SUD-OUEST, — REVÊTUE D'UN CARÉNAGE AÉRODYNAMIQUE  
Grâce aux améliorations apportées aux anciennes « Pacific », ce type de locomotive développe une puissance d'environ 50 % supérieure (3 400 ch à 120 km/h), avec un rendement sensiblement accru. La consommation de charbon est passée de 1,15 kg par ch.h à 0,72 kg, et celle de l'eau de 9 litres à 6 litres. Cette machine permet la remorque de trains de 540 t à plus de 100 km/h.

sion relativement basse : 16 à 20 kg/cm<sup>2</sup> (2), que l'on pourrait appeler la locomotive classique si des perfectionnements considérables n'avaient été apportés, depuis une date assez récente, à son fonctionnement, perfectionnements qui, sans changer sa ligne générale, ont eu pour conséquence d'améliorer quelque peu son rendement et, ce qui importe avant tout pour la traction des trains lourds et rapides, d'augmenter

d'une souplesse suffisante pour s'adapter à des variations de régime rapides et fréquentes, et aussi de coûter le moins cher possible, non seulement de prix d'achat, mais d'amortissement, d'entretien et de réparation. Cette dernière considération prime évidemment toutes les autres, car la locomotion ferroviaire constitue un service avant tout commercial où les performances « sportives » acquises sans considération d'économie ne sauraient trouver place. Un des directeurs des chemins de fer allemands, le professeur Nordmann, a pu récemment affirmer qu'après des essais multiples et prolongés avec des engins des types les plus diversement améliorés d'un point de vue

(1) Il faut mettre à part, bien entendu, les lignes électrifiées dont la longueur atteint, au début de 1938, 20 000 km dans les divers pays d'Europe et s'accroît d'environ 1 000 km par an.

(2) On évalue également la pression en hectopièzes. L'hectopièze vaut 1,02 kg/cm<sup>2</sup> environ. On utilise aujourd'hui des pressions de 17 à 20 hpz.



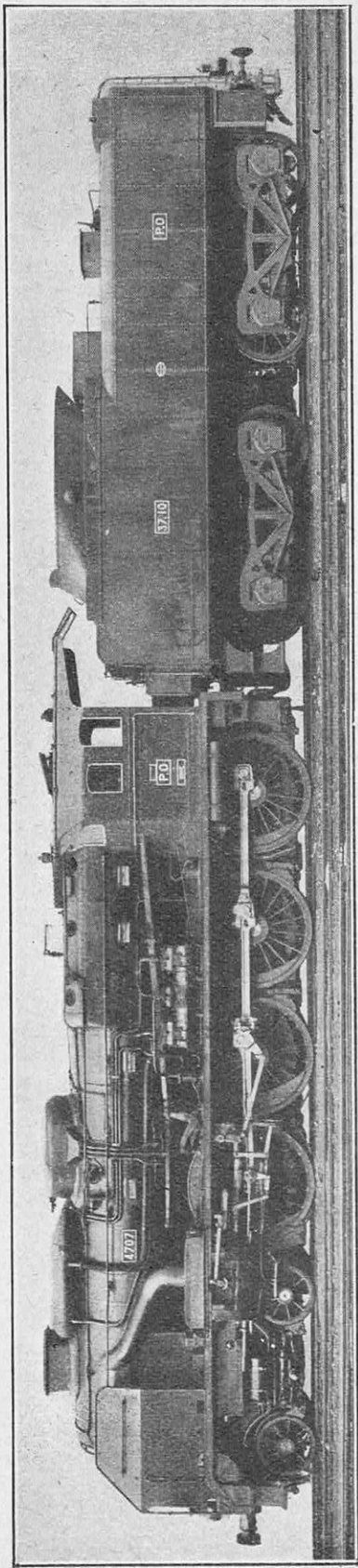


FIG. 2. — LOCOMOTIVE A QUATRE ESSEUX MOTEURS DE LA S. N. C. F. (SUD-OUEST) RÉSULTANT DE LA TRANSFORMATION D'UNE MACHINE « PACIFIC » (TROIS ESSEUX COUPLÉS)

Sur cette machine furent également appliquées les améliorations de la chaudière, du circuit de vapeur et de l'échappement qui avaient fait leurs preuves sur les « Pacific » transformées, comme celle de la figure 1. Cette locomotive a vu ainsi sa puissance portée de 2 318 ch à 3 860 ch à 112 km/h. Le quatrième essieu-moteur, en augmentant l'adhérence, a permis de remorquer un train de 805 t avec un gain de 10 mn 30 s sur le parcours Châteauroux-Vierzon.

théorique, la locomotive qui s'est montrée de beaucoup la plus sûre et, par conséquent, la plus économique malgré une consommation de charbon un peu supérieure, est celle en service depuis longtemps, dont la chaudière ne développe pas une pression supérieure à 16 kg/cm<sup>2</sup> et dont la vapeur travaille à 380 ou 400° C.

En France, nos réseaux — et maintenant la Société Nationale des Chemins de fer — s'en tiennent à des chiffres voisins pour la quasi-totalité des engins de remorque des trains rapides (14 à 20 kg/cm<sup>2</sup> et 380° C). Ce qui n'empêche pas, évidemment, de songer à l'avenir en réalisant et expérimentant des types nouveaux dont nous parlerons plus loin, et aussi en améliorant constamment les types classiques.

Le plus bel exemple de réussite de ce dernier ordre, enregistré au cours de ces dernières années, est la transformation des locomotives « Pacific », en France, suivant les principes développés par M. Chapelon et qui font maintenant autorité dans le monde entier. Les locomotives « Pacific » en question, prévues pour les grandes vitesses et dont les organes étaient exécutés et disposés suivant les méthodes les plus orthodoxes, ne donnaient en service que des résultats médiocres. Méthodiquement, M. Chapelon s'est attaché à éliminer successivement tous les défauts qui pouvaient limiter le rendement ou la puissance de la machine. C'est ainsi, par exemple, que furent augmentées les sections de passage dans les divers circuits de vapeur et que les tiroirs (commandés par un excentrique placé sur l'un des essieux moteurs), qui constituent les organes de distribution ordinaire de la vapeur alternativement de chaque côté du piston, furent remplacés par des soupapes. En effet, au moment où les tiroirs commencent à découvrir les « lumières » ménagées dans les cylindres, la vapeur ne trouve qu'un étroit passage. De cette résistance à la circulation de la vapeur résulte une perte de charge d'autant plus sensible que la vitesse de la vapeur est plus grande. Des soupapes largement dimensionnées offrent au contraire à la vapeur, dès qu'elles se soulèvent de leur siège, une large section de passage et évitent le « laminage ». Ainsi, on a pu ramener la chute de pression entre la chaudière et l'organe de distribution à 0,75 et même 0,5 kg/cm<sup>2</sup>, en même temps qu'on abaissait, par le plus large dimensionnement des conduits, la vitesse de la vapeur de 35 m/s environ (à la sortie du surchauffeur) à 18 m/s à l'entrée du distributeur.

L'emploi d'un système de distribution à soupapes a, en outre, rendu possible une élévation de la température de surchauffe de la vapeur. On sait que la vapeur surchauffée est celle que l'on obtient en chauffant de la vapeur alors qu'elle est séparée de l'eau qui l'a engendrée, c'est-à-dire — pratiquement — en lui faisant traverser des tubes surchauffeurs en contact avec les gaz les plus chauds du foyer. La surchauffe permet donc d'emmagasiner dans la vapeur des calories sans élever la pression. Elle est limitée, en général, tant par les difficultés du graissage des tiroirs, ici remplacés par des soupapes

condensations dans les cylindres basse pression, d'accroître leur rendement (1).

Enfin, l'échappement de la vapeur dans l'atmosphère, problème capital pour les locomotives, a fait l'objet d'études approfondies. On sait que cet échappement se fait toujours dans la cheminée, le jet de vapeur à grande vitesse s'engageant dans un véritable éjecteur à vapeur constitué par un cône convergent suivi d'un divergent. C'est lui qui crée le tirage et qui détermine ainsi les possibilités de vaporisation de la chaudière et, par suite, la puissance maximum que peut développer la machine. Bien

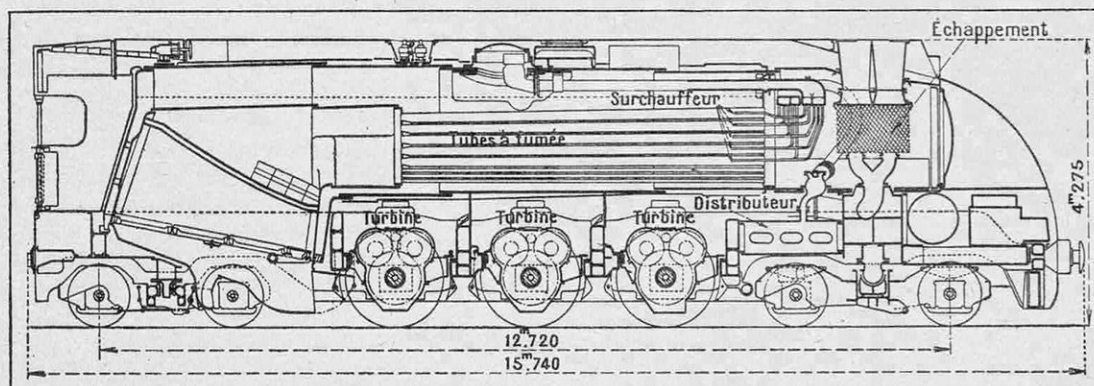


FIG. 3. — LOCOMOTIVE A TURBINES, A COMMANDE INDIVIDUELLE DES ESSIEUX, ACTUELLEMENT EN CONSTRUCTION POUR LA S. N. C. F. (RÉGION SUD-EST)

Chacune des turbines actionnant un des trois essieux moteurs de cette locomotive, du type 2-3-2, tourne à 10 000 tours/mn. Avec des roues de 1 m 50 de diamètre, la machine atteindra une vitesse de 140 km/h avec une puissance à la jante de 2 700 ch et une consommation de 0,860 kg de charbon par ch.h. La suppression de tout organe en mouvement alternatif, grâce à la commande individuelle des essieux (ce qui permet d'éliminer les bielles d'accouplement), et la régularité du couple-moteur des turbines doivent donner à la machine la souplesse d'une locomotive électrique.

dont seules les tiges sont graissées, que par la résistance mécanique des fontes à segments et à cylindres. Elle présente un double intérêt théorique et pratique. D'abord, parce que le principe de Carnot veut que le rendement thermodynamique de la machine soit proportionnel à la différence des températures de la source chaude (chaudière) et de la source froide (atmosphère) entre lesquelles évolue la vapeur. Ensuite, parce qu'elle réduit notablement les condensations pendant la détente dans les cylindres, condensations qui, absorbant des calories, réduisent le travail fourni. Ce dernier point présentait pour les « Pacific » en question une importance capitale, car il s'agit de machines « compound » (où la vapeur effectue sa détente en deux fois, une première dans les cylindres haute pression, une deuxième dans les cylindres basse pression), et la surchauffe aux environs de 400° C a permis, en réduisant les

entendu, ce tirage absorbe une puissance supplémentaire qui peut atteindre plusieurs centaines de chevaux aux allures exceptionnellement poussées. L'amélioration apportée à l'échappement des locomotives « Pacific » a permis, à tirage égal, un accroissement de puissance ou une économie de vapeur de 5 à 12 % ; à contre-pression égale, la puissance de production des chaudières a crû de 40 %, et la combustion sur la grille de 400 kg à 600 kg par m<sup>2</sup> de surface et par heure.

Remarquons que, sur beaucoup de types de locomotives, on a reconnu qu'il était possible, sans nuire au tirage, de distraire une partie de la vapeur d'échappement et de l'utiliser pour le réchauffage de l'eau d'ali-

(1) La question du compoundage reste fort discutée à l'étranger. En Allemagne, la *Reichsbahn* ne l'estime utile que pour des timbres supérieurs à 20 kg/cm<sup>2</sup> ; ses locomotives carénées, qui ont dépassé aux essais 200 km/h, sont à simple expansion et à 3 cylindres.

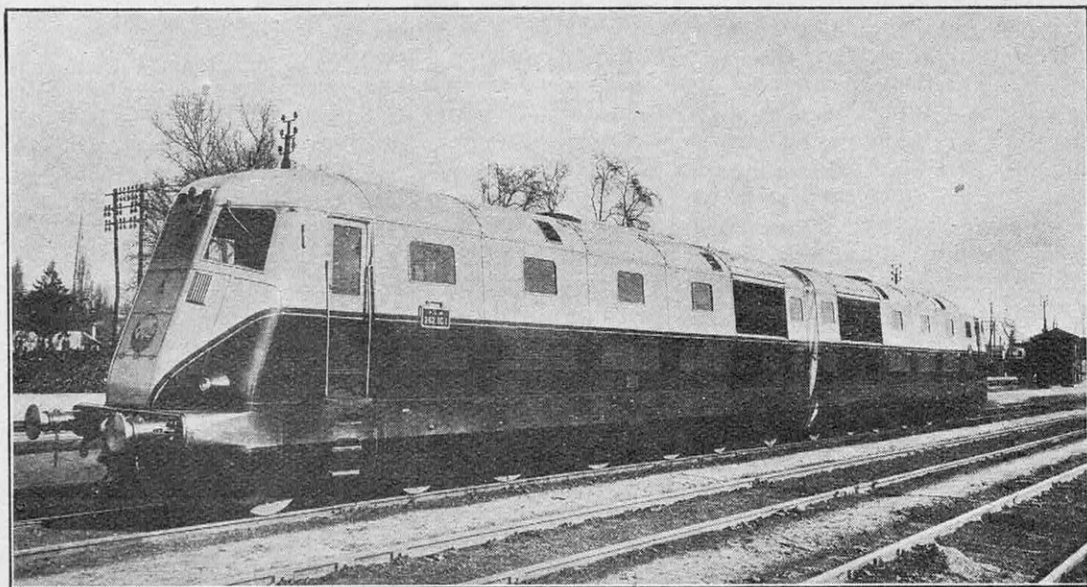
mentation. On réalise ainsi une économie de charbon de l'ordre de 8 à 10 %.

Malgré tous ces perfectionnements internes, le rendement global d'une locomotive à vapeur demeure très faible (9 à 10 % à 110 km/h, contre 7 % il y a dix ans).

### Les hautes pressions améliorent le rendement, mais posent de délicats problèmes

Les principes classiques de la thermodynamique nous enseignent que le rendement

12 kg/cm<sup>2</sup>, en 1914, à 16 actuellement, et on s'oriente, semble-t-il, vers 20 kg/cm<sup>2</sup> par des adaptations progressives. Il ne semble pas que l'on puisse aller au delà de 25 ou 30 kg/cm<sup>2</sup> sans des modifications radicales dans la nature des organes et leur disposition. Divers types de locomotives à très haute pression de vapeur ont été réalisés et mis à l'essai. Bien qu'ils semblent avoir fonctionné d'une manière assez satisfaisante, ils ne paraissent pas devoir se substituer d'ici longtemps aux locomotives à



(Marine-Jeumont-Sulzer.)

FIG. 4. — LOCOMOTIVE FRANÇAISE DIESEL-ÉLECTRIQUE DE LA S. N. C. F. (SUD-EST)

*Cette machine double (deux unités identiques couplées), qui développe une puissance de 4 400 ch, poursuit actuellement ses essais sur le trajet Paris-Menton (1 111 km) qu'elle doit effectuer en 10 h 30, soit à 105,9 km/h de moyenne. Chaque unité comprend un moteur de 2 200 ch à 700 tours/mn (12 cylindres en V) suralimenté, consommant 168 g de combustible par ch.h, entraînant une dynamo qui alimente les trois moteurs de traction (un par essieu). Le poids total de la machine est de 228 t, le poids adhérent de 108 t.*

maximum d'un moteur thermique croît avec l'écart des températures et des pressions entre générateur et condenseur. Du côté de la source froide, il reste peu à gagner, car le condenseur, inséparable des installations fixes, est d'un encombrement et d'un poids prohibitifs sur les locomotives si on veut que sa capacité thermique soit suffisante. Aussi est-ce avec raison que l'on s'est tourné vers les hautes pressions depuis déjà longtemps. En effet, l'étude des propriétés de l'eau et de sa vapeur pour les pressions suffisamment élevées montre qu'avec 1 kg de combustible on produit plus de kilogrammes de vapeur et qu'avec 1 kg de vapeur on produit plus de kW.h. L'avantage est donc double.

Pour les locomotives, on est passé de

basse pression qui ont fait leur preuve. Tels sont les modèles « Henschel-Schmidt », « Krupp-Thornycroft » et « Winterthur » à 60 kg/cm<sup>2</sup>, les modèles « Schwartzkopf-Löffler » à 100 kg/cm<sup>2</sup> et « Maffei-Benson » à turbines à 250 kg/cm<sup>2</sup>.

L'emploi de vapeur sous pression très élevée exige une température de surchauffe également très élevée, car il est évident que plus la vapeur est comprimée, plus vite on atteint la zone de saturation à partir de laquelle la vapeur se condense au détriment du rendement de la machine. Malheureusement, la lubrification des machines à pistons et, particulièrement, des tiroirs de distribution est délicate à réaliser à haute température. Nous avons vu qu'on pouvait employer utilement des soupapes. Mais, par

ailleurs, on atteint vite les limites d'élasticité des matériaux mis en œuvre pour la construction des chaudières. La métallurgie est parvenue, par des traitements appropriés, à créer des alliages résistant, en service normal, à 200 kg/cm<sup>2</sup> et 450 ou 500° C.

Mais l'accroissement de l'écart thermique entre le générateur (chaudière) et l'échappement (atmosphère) réalisé sur une locomotive à haute pression impose la subdivision du travail moteur en deux phases de haute et basse pression. Entre les deux détentes, une surchauffe intermédiaire est indispensable au-dessus de 50 kg/cm<sup>2</sup> de pression initiale pour réduire la condensation dans les cylindres basse pression. Le cycle du fluide moteur se complique encore lorsque, à cette « resurchauffe », on ajoute le soutirage de la vapeur déjà pratiqué dans de nombreuses installations fixes. On conçoit que la locomotive à haute pression, dotée d'organes souvent fragiles, soit d'un entretien assez onéreux qui équilibre les avantages résultant de son rendement plus élevé.

### La locomotive à turbines

Toujours à la recherche d'un rendement amélioré, on a été conduit à essayer, sur les locomotives, le remplacement du moteur à pistons par la turbine à vapeur. Non seulement, en effet, le rendement thermodynamique de la turbine est plus élevé, mais cet engin présente certains avantages du point de vue mécanique, puisque son mouvement continu de rotation supprime les masses importantes en mouvement alternatif. D'autre part, le couple moteur continu qu'elle développe autorise une accélération comparable à celle que procure la traction électrique. Cependant, au démarrage, le couple moteur fourni par la turbine est faible et oblige à prévoir des dispositifs spéciaux, par exemple l'utilisation en marche avant de la turbine de marche arrière. Il n'en demeure pas moins que la continuité du couple risque moins de provoquer le patinage des roues que l'effort maximum produit par le piston au début de sa course au moment où il reçoit de la vapeur vive. Par contre, on sait que, pour utiliser rationnellement une turbine, il est nécessaire de détendre au maximum la vapeur, c'est-à-dire de prévoir un condenseur refroidi dans lequel se fait l'échappement. Il devient alors indispensable d'utiliser une « soufflante » pour assurer le tirage de la cheminée. Ce sont précisément les difficultés rencontrées pour l'installation de condenseurs encombrants et la consommation de vapeur des organes auxiliaires

qui ont limité, jusqu'à présent, l'essor de la locomotive à turbines. Aussi tend-on aujourd'hui à sacrifier ce condenseur, car on estime que la baisse de rendement qui en résulte pour la turbine est compensée par un prix de revient moins élevé de la machine et par la diminution de sa consommation en combustible.

Les chemins de fer suédois, par exemple, utilisent depuis quatre ans une locomotive à turbines « Ljungström » type 1-4-0 (1), qui aurait déjà parcouru près de 200 000 km sans incident (2).

Une autre machine, utilisée en Allemagne par la *Reichsbahn*, n'a pas donné d'aussi bons résultats, par suite de la consommation de vapeur exagérée de la « soufflante » de tirage et de la turbine principale au démarrage et pendant les manœuvres en gare. Aussi procède-t-on actuellement au remplacement de la turbine unique par deux turbines (une de 2 000 ch pour la marche avant, une de 600 ch pour la marche arrière, cette dernière pouvant assurer la marche avant au cours des manœuvres).

En France, une locomotive de conception nouvelle est actuellement en construction pour la S. N. C. F., région sud-est (ancien P.-L.-M.), et doit être mise en service en 1938. Chacun de ses trois essieux moteurs sera commandé par une turbine séparée, tournant à 10 000 tours/mn et reliée à l'essieu par engrenages. A cette vitesse, avec des roues de 1 m 50, la machine roulera à 140 km/h. La suppression des bielles d'accouplement qui résulte de cette disposition particulière et la régularité du couple moteur doivent lui assurer une souplesse comparable à celle des locomotives électriques. La chaudière, du type classique, sera timbrée à 25 kg/cm<sup>2</sup>. La puissance à la jante sera de 2 700 ch à 140 km/h et de 2 600 ch à 120 km/h. La consommation ne doit pas dépasser 0,860 kg de charbon par ch.h à la jante. L'échappement se fera directement dans la cheminée, sans condenseur. Chaque turbine, du type « à action », dont les ailettes seront en acier inoxydable, comportera des roues de marche avant et une pour la marche arrière. Enfin, un dispositif doit être prévu pour éviter le patinage qui pourrait résulter de la commande individuelle des essieux.

Cette locomotive, ainsi que son tender, sera, bien entendu, carénée.

(1) Dans cette classification, le premier chiffre représente le nombre d'essieux porteurs avant, le deuxième le nombre d'essieux moteurs, le troisième le nombre d'essieux porteurs arrière.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 96, page 469.

## L'électrification ferroviaire et la locomotive électrique

L'avenir de la locomotive électrique pour la remorque des trains rapides est directement lié à celui de l'électrification, qui progresse particulièrement — mis à part certains services spéciaux, tels que ceux de la banlieue des grandes villes — dans les pays où la politique de l'énergie est orientée vers l'exploitation de plus en plus poussée des

ressources hydrauliques. Tel est, par exemple, le cas de l'Italie où 4 300 km de voie ferrée sont déjà électrifiés et où de nombreuses lignes sont en cours de transformation et seront mises en service cette année.

On constate cependant certaines innovations, notamment sur une nouvelle locomotive 2-D-2 actuellement en essais (S. N. C. F., région sud-ouest) et destinée à remorquer des trains de 200 à 800 t à des vitesses commerciales élevées, souvent voisines de la limite autorisée par la voie (120 à 140 km/h). C'est ainsi que, pour obtenir la souplesse de fonctionnement nécessaire, on a été amené à commander les essieux moteurs non par des moteurs individuels, mais par six moteurs pour quatre essieux, ce qui permet d'obtenir une gamme de vitesses échelonnées proportionnellement aux nombres 1, 2 et 3, tandis que l'on ne pouvait réaliser que les vitesses

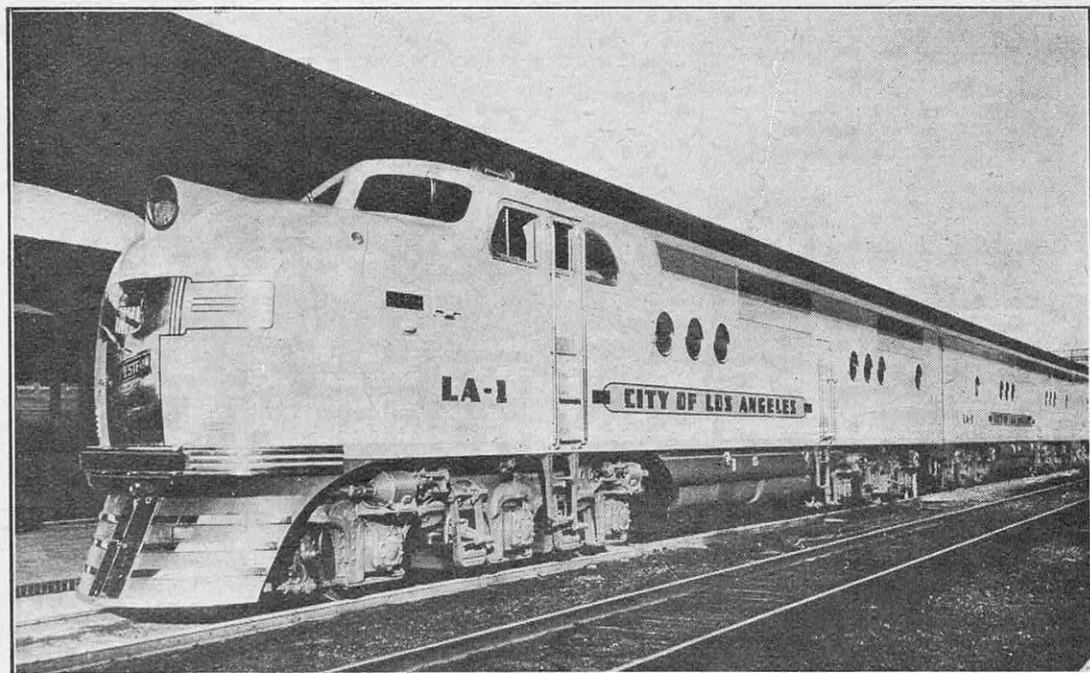


FIG. 5. — LA PLUS PUISSANTE LOCOMOTIVE DIESEL-ÉLECTRIQUE DU MONDE

*Cette machine triple (trois unités identiques couplées) développe une puissance de 5 400 ch (3 fois deux moteurs de 900 ch) et peut atteindre la vitesse de 199 km/h. Les Etats-Unis possèdent actuellement neuf trains aérodynamiques transcontinentaux remorqués par des locomotives Diesel-électriques.*

En France, à la fin de 1937, 3 625 km étaient desservis électriquement, y compris la ligne Paris-Le Mans mise en service il y a un an, auxquels viendra s'ajouter, en 1938, le tronçon Tours-Bordeaux pour compléter l'électrification de la ligne Paris-Hendaye.

Techniquement, l'électrification présente des avantages appréciables : propreté, facilité de conduire et, par conséquent, sécurité accrue, le mécanicien pouvant se consacrer à l'observation des signaux ; régularité d'exploitation, par suite de la grande sou-

plesse du moteur électrique qui lui permet de regagner du temps perdu plus rapidement qu'avec la vapeur.

(1) Dans cette classification, la lettre indique, par son rang dans l'alphabet, le nombre d'essieux moteurs.

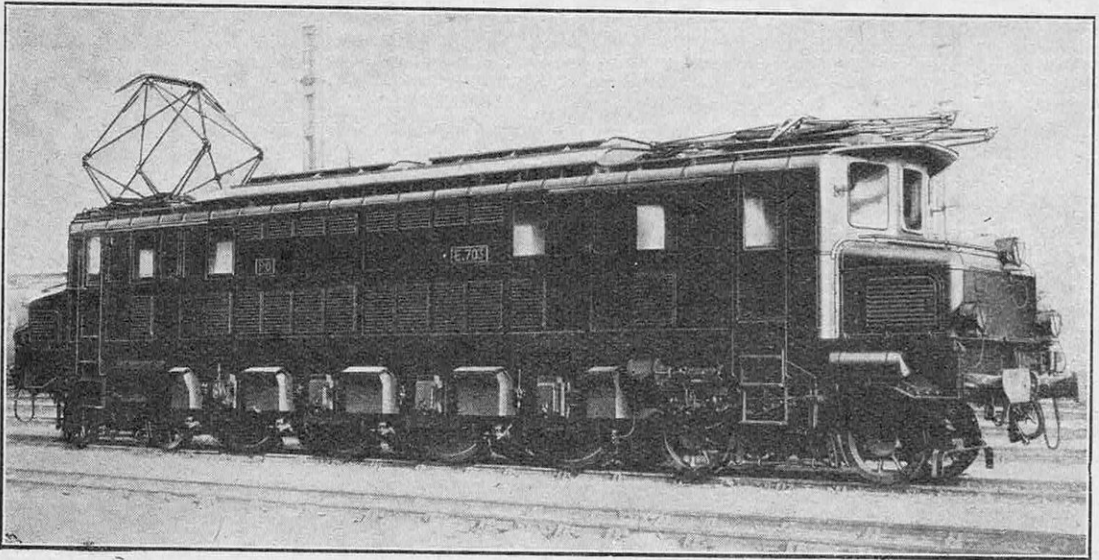
1, 2 et 4 avec quatre moteurs (un par essieu). De même, l'adhérence de cette locomotive (poids adhérent, 80 t) est équivalente à celle d'une machine à six essieux moteurs (120 t) équipée avec commande individuelle des essieux. Enfin, ce dispositif se prête au freinage automatique par récupération.

### Les locomotives Diesel-électriques

La locomotive électrique ordinaire, n'étant pas autonome, exige toute une organisation d'ensemble (production, transport et distribution de l'énergie) qui met en jeu les pro-

machine à plusieurs équipes, c'est-à-dire suppression des changements de machine pour ravitaillement ; augmentation du confort par la suppression des fumées ; fatigue moindre des voies par suite de la constance de l'effort moteur, etc. En particulier, puisque les essieux moteurs sont commandés individuellement, il est possible d'en augmenter le nombre : c'est dire que l'on dispose d'une grande adhérence permettant d'utiliser une puissance élevée en limitant la charge par essieu au taux imposé par la voie.

Les locomotives Diesel-électriques de très



(Als-Thom.)

FIG. 6. — LE DERNIER MODÈLE DE LOCOMOTIVE ÉLECTRIQUE A GRANDE VITESSE, QUI POURSUIT ACTUELLEMENT SES ESSAIS EN FRANCE (S. N. C. F., SUD-OUEST)

*Cette machine, d'une puissance de 4 000 ch, doit être capable de remorquer des trains de 200 à 800 t aux vitesses limites imposées par la voie (120 à 140 km/h).*

blèmes complexes non seulement de l'économie nationale, mais aussi de la défense nationale par suite de la vulnérabilité des centrales et des lignes de transport. La locomotive Diesel-électrique, nouvelle venue sur le rail, jouit des mêmes qualités d'autonomie que la locomotive à vapeur et, comme la locomotive électrique, est capable à la fois de développer une grande puissance et de circuler à grande vitesse. On sait que ces engins comportent un ou plusieurs moteurs Diesel, brûlant du fuel oil, qui entraînent des dynamos alimentant les moteurs électriques accouplés aux essieux de la machine. Les avantages de cette combinaison sont nombreux : conduite facile, démarrage sans perte d'énergie dans des résistances, le couple des moteurs étant réglé en agissant sur l'excitation (courant inducteur) ; possibilité de confier successivement la même

grande puissance sont capables d'assurer des liaisons à grande distance à des vitesses commerciales dépassant 100 km/h, c'est-à-dire arrêts compris. La durée de ces derniers peut être réduite au minimum, en supprimant, comme nous l'avons dit, les changements de machines qu'imposait le profil de la voie, par exemple le remplacement d'une locomotive puissante pour étape accidentée par une locomotive rapide pour parcours en plaine. C'est ainsi qu'une seule locomotive Diesel-électrique, sur la ligne de Paris à Menton, peut remplacer cinq machines se relayant successivement à Laroche, Dijon, Lyon et Marseille. Le trajet total (1 111 km) doit être effectué en 10 h 30 au maximum, non compris les arrêts intermédiaires, ce qui implique une vitesse de 130 km/h sur une grande partie du parcours et de 85 km/h sur les longues rampes de 8 mm rencontrées,

Deux types de locomotives, répondant aux conditions posées, ont été réalisées, dont l'une a déjà commencé ses essais. Elles comprennent, toutes deux, deux machines identiques, constamment accouplées et du type 2-C-2 + 2-C-2, ceci afin de réduire la charge par essieu. La puissance développée par les Diesel est de l'ordre de 4 000 ch répartie en deux moteurs de 12 cylindres.

Aux Etats-Unis, des locomotives Diesel-électriques remorquent, depuis deux ou trois ans, de nombreux trains de voyageurs. C'est ainsi que le train « City of Portland », de sept voitures, couvre les 5 200 km qui séparent Los Angeles de New York à la vitesse moyenne de 92 km/h. Deux locomotives aérodynamiques, « City of Los Angeles » et « City of San Francisco », de 2 100 et 2 400 ch, relient Chicago à la côte du Pacifique à 96 km/h, et deux « City of Denver » (2 400 ch) remorquent entre Chicago et Denver (1 600 km à 104 km/h) des trains de luxe de dix voitures.

En décembre 1937, en même temps que la première machine de 4 000 ch faisait des essais en France, deux nouvelles locomotives, « City of Los Angeles n° 2 » et « City of San Francisco n° 2 », furent mises en service aux Etats-Unis. Ce sont actuellement les plus puissantes du monde. Chacune d'elles est capable de remorquer un train de quatorze voitures Pullman à la vitesse de 199 km/h et de couvrir la distance de Chicago à Los Angeles en 39 h 45 mn. Elles se composent de trois machines accouplées dont les Diesel développent au total 5 400 ch (six moteurs de 900 ch). Six générateurs électriques fournissent l'énergie aux douze moteurs de traction à grande vitesse supportés par six bogies à trois essieux. Enfin, derrière la machine se trouve un véhicule auxiliaire contenant deux autres moteurs Diesel actionnant deux alternateurs (600 kW) branchés en parallèle, lesquels fournissent le courant alternatif à 60 p/s pour l'ensemble du train. Celui-ci est en effet complètement électrifié (chauffage, éclairage, conditionnement de l'air).

### Que sera la locomotive à vapeur de demain ?

L'introduction des locomotives Diesel-électriques sur la voie ferrée, depuis environ 1935, a mis en évidence, encore plus que par le passé, l'intérêt des très grandes vitesses moyennes pour les trains lourds sur les

grands parcours. La locomotive à vapeur, telle qu'elle existe actuellement, pourra-t-elle soutenir cette concurrence nouvelle ou devra-t-elle se modifier profondément ? Il est difficile de se prononcer à ce sujet, et même de préciser dans quel sens pourrait s'orienter son évolution éventuelle et quels mécanismes abritera son revêtement aérodynamique reconnu indispensable.

Hautes pressions de vapeur et remplacement de la machine alternative par la turbine ont déjà fait l'objet de recherches nombreuses, et, malgré les écueils que nous avons signalés, on peut penser que leur mise au point sera acquise dans un nombre d'années limité.

En Amérique, on projette de réaliser une locomotive à grande puissance, développant 5 000 ch et capable de remorquer quatorze voitures Pullman à 165 km/h en palier. Cet engin comporterait quatre moteurs à vapeur, de 4 cylindres chacun, actionnant quatre axes moteurs. Ce projet de commande individuelle des essieux est à rapprocher de la locomotive en construction pour la S. N. C. F. (région sud-est) et qui doit comporter autant de turbines que d'essieux moteurs.

D'ailleurs, cette même région française a commandé un train aérodynamique à trois voitures avec locomotive à chaudière à tubes d'eau et comportant deux trucks à quatre essieux moteurs chacun. Un moteur du type moteur d'automobile, mais alimenté à la vapeur, de 250 ch à 8 cylindres, doit actionner chaque essieu. De même, la région ouest a en projet une locomotive-tender type 2-2-0 dont la chaudière classique alimente un groupe moteur à 12 cylindres en V.

En France même, l'ancien Office d'Etudes de Matériel de Chemin de Fer a dressé récemment les plans de machines spéciales, types 2-3-2 ou 2-2-2, à vaporisation accélérée et dotées, en véritables lévriers du rail, de roues dépassant 2 m de diamètre.

On voit que les ressources de la vapeur sont loin d'être épuisées et qu'elle peut espérer soutenir, pour les trains lourds, la concurrence des autres modes de traction mieux qu'elle ne l'a fait pour les automotrices légères. Même dans ce dernier domaine, elle n'a pas dit son dernier mot, puisque des automotrices à vapeur circulent depuis plusieurs années en Belgique (1) et en Angleterre.

JEAN MARCHAND.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 227, page 397.

# ANNIHILATION DE LA MATIÈRE ET MATÉRIALISATION DE L'ÉNERGIE

Par Louis HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

*Deux principes fondamentaux ont, pendant longtemps, dominé le développement des sciences physiques : principe de la conservation de la masse et principe de la conservation de l'énergie. On les a considérés tous deux comme susceptibles d'être appliqués, avec une rigueur quasi absolue, à tous les phénomènes physicochimiques jusqu'au jour où les théories relativistes ont conduit de savants chercheurs à admettre l'identité foncière de la matière et de l'énergie, qui, seraient « transmutables » l'une dans l'autre. Il a été, en effet, possible d'observer au laboratoire l'apparition de couples d'électrons, positifs et négatifs, par une véritable matérialisation d'énergie rayonnante et, inversement, la production d'un rayonnement de très haute fréquence par accouplement et disparition de deux électrons de signes opposés. Mais, jusqu'ici, il faut reconnaître qu'aucune vérification expérimentale n'a pu être effectuée à l'« échelle » supérieure à celle de l'électron. Cependant l'hypothèse de la désintégration de la matière et de la matérialisation de l'énergie est considérée comme seule capable d'expliquer soit des variations de masse observées au cours des transmutations atomiques, soit aussi l'« entretien » permanent, depuis plusieurs milliards d'années, des rayonnements stellaires en général et du rayonnement du Soleil en particulier.*

LA science du XIX<sup>e</sup> siècle s'est fondée sur l'observation des phénomènes à l'échelle humaine ; les résultats obtenus dans ce domaine avaient dégagé l'existence de deux éléments primordiaux et irréductibles l'un à l'autre : la Matière et l'Énergie. Comme un être vivant est supposé constitué par des éléments matériels et par un autre qui s'appelle, suivant les cas, âme, pensée, principe vital, de même tout ce qui existe dans le monde comporte une certaine quantité de matière associée à une certaine quantité d'énergie, sans qu'il puisse y avoir transformation de l'une en l'autre. Sur ces principes s'est élevé un édifice harmonieux, mais qui s'est révélé, au cours du présent siècle, incapable de contenir tout ce qu'apportait une connaissance approfondie du monde astronomique et du monde atomique. C'est pour tenir compte de ces nouveaux apports de la science qu'Einstein, poursuivant l'œuvre entrevue par Gustave Le Bon, entreprise par Mach et par Lorenz, a construit à coups de génie la théorie relativiste de l'Univers. Une de ses conséquences les plus importantes (qu'on peut même prendre pour un postulat) est l'identité foncière de la Matière et de l'Énergie, qui seraient transmutables l'une dans l'autre suivant un rapport fixe, précisément égal au carré de la vitesse de la lumière ; à ce compte, pour chaque gramme

de matière qui disparaîtrait, il apparaîtrait une quantité d'énergie équivalente, dont la valeur approchée, 9 000 milliards de kilogrammètres, suffirait pour soulever jusqu'au plus haut sommet de l'Himalaya un bloc pesant 1 million de tonnes ; et, inversement, beaucoup d'énergie peut, toujours suivant le même rapport, se condenser en une quantité infinitésimale de matière.

Cette transformation, suivant la loi énoncée par Einstein ou suivant un autre rapport, est, de toute la doctrine relativiste, la part qui a été le plus généralement acceptée ; en fait, elle était déjà « dans l'air », car, sans elle, bien des choses resteraient inexplicables dans l'Univers, entre autres les changements de masse constatés au cours des transmutations atomiques et l'entretien, depuis des milliards d'années, du rayonnement solaire. Il ne reste pas moins qu'une vérification expérimentale plus directe, faite au laboratoire, serait hautement désirable, pour transformer les probabilités ou les vraisemblances en certitudes. Aussi certains résultats, présentés comme des cas d'annihilation ou de création de la matière, ont vivement attiré l'attention. Notre but est de les exposer et d'en dégager la signification exacte ; mais il faut, au préalable, essayer de se donner des idées nettes sur ce qui définit véritablement la matière ; sinon, on risquerait de discuter sur des mots.



### Qu'est-ce que la matière ?

Il y a des mots dont le sens paraît si intuitif et si clair qu'on ne peut rien y ajouter en cherchant à les définir. Pour les anciens, il semble bien que le caractère principal d'un objet matériel était d'avoir une forme, c'est-à-dire d'être délimité par une surface, et ensuite d'offrir une certaine résistance à la pénétration ; à ce compte, les gaz et les vapeurs n'étaient pas matériels ; la force du vent, qui poussait les voiles, était due à un souffle, à une puissance immatérielle ; Aristote avait bien essayé, en pesant une outre vide, puis pleine d'air, de savoir si ce gaz était pesant, mais le résultat, nécessairement négatif, de cette expérience, devait confirmer son point de vue. D'ailleurs, au moyen âge encore, la pesanteur était une propriété accessoire : pour Roger Bacon, elle était capable de se transmettre du plomb à la laine par simple contact. Ces idées ne devaient être modifiées qu'à la fin du XVII<sup>e</sup> siècle, par les fameuses expériences d'Otto de Guericke, de Torricelli et de Pascal. En même temps, Galilée précisait les idées, très vagues jusqu'alors, sur la pesanteur et l'inertie ; la notion de masse pesante s'introduisait lentement dans les esprits, et cette grandeur prenait enfin son sens classique : elle était définie comme le quotient, constant pour un corps déterminé, de la force qui agit sur lui par l'accélération qu'elle lui imprime. D'un accord unanime, on appela matière tout ce qui a une masse pesante, et la quantité de matière contenue dans un corps fut mesurée par cette masse. C'est assurément une convention ; mais les savants d'alors n'en pouvaient faire de plus rationnelle, et nous continuons à dire avec

eux, qu'est matériel tout ce qui est soumis à la gravité ; la matière est cela ou, alors, elle est tout ce qu'on veut.

Mais il arriva qu'en étudiant les divers mouvements du corps, on constata que ces mouvements dépendaient de leur masse suivant des lois dont l'ensemble forme la mécanique ; et ces lois elles-mêmes permettent autant de définitions nouvelles de la

masse. Ainsi, les lois du choc, étudiées par le savant français Maupertuis, définissent une *masse maupertuisienne* ; les lois de l'énergie cinétique définissent de même une *masse cinétique* ; mais il arrive, par bonheur, que toutes ces définitions sont équivalentes, tant qu'on considère les phénomènes à l'échelle humaine.

Ce qui vient encore compliquer la situation, c'est qu'à mesure que la matière se divise en éléments plus petits, elle se *dématérialise*, c'est-à-dire que les propriétés de masse perdent leur importance ; réduite en grains de poussière ou en pellicules minces, elle acquiert des propriétés de surface qui prennent le pas sur celles qui dépendent de sa masse : ce sont, par exemple, celles qui produisent la catalyse. Plus divisée

encore, elle présente des propriétés électriques qui deviennent tout à fait prédominantes dans les corpuscules subatomiques. Or, s'il est une forme de l'énergie dont nous ignorons tout, si ce n'est qu'elle existe, c'est l'électricité ; cependant, on peut partir de la notion d'énergie électrique pour obtenir une nouvelle définition de la masse ; j'en parlerai tout à l'heure à propos de l'électron ; mais la masse ainsi définie n'a plus rien de commun avec la masse pesante, et on ne peut que regretter que le même mot puisse servir à désigner des choses différentes. Il

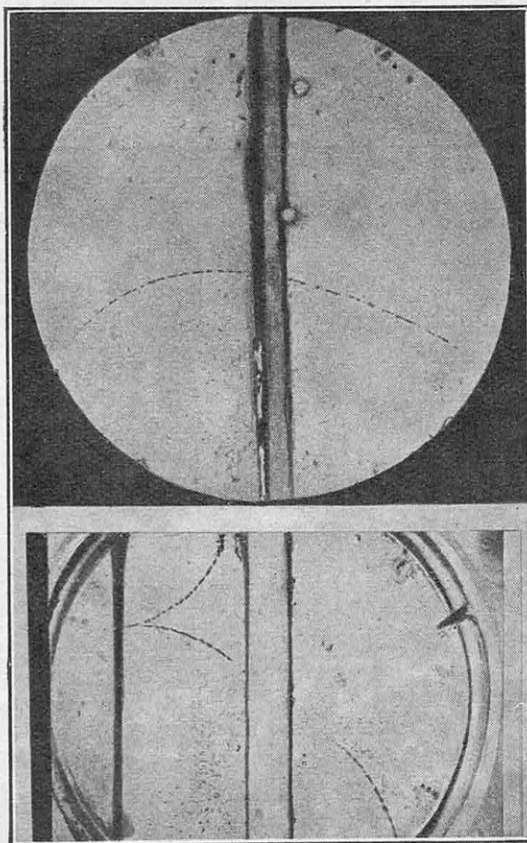


FIG. 1 ET 2. — PHOTOGRAPHIES D'UN ÉLECTRON POSITIF (POSITON) ET DU DÉDOUBLEMENT D'UNE « PAIRE » D'ÉLECTRONS, L'UN ÉTANT DÉVIÉ VERS LE HAUT, L'AUTRE VERS LE BAS, PAR UN CHAMP MAGNÉTIQUE

faut choisir une définition et s'y tenir ; la notion de masse pesante est tellement attachée à celle de matière, qu'elle impose le choix que j'ai indiqué tout à l'heure ; à ce compte, la qualité de matière s'étend sûrement jusqu'aux noyaux atomiques, mais non avec certitude, au delà.

### Quelle est la nature des électrons et des photons ?

Les rayonnements ondulatoires comprennent la lumière, visible et invisible, les rayonnements électromagnétiques, les rayons X et gamma ; ils représentent, dans l'opinion courante, l'énergie à l'état pur, c'est-à-dire la plus éloignée de ce que nous avons défini comme étant de la matière ; leur caractère ondulatoire est mis en évidence par les phénomènes d'interférence et de diffraction ; toutes ces radiations se transportent dans le vide, en l'absence de tout milieu matériel connu, avec une même vitesse qui est

celle de la lumière ; cette propriété commune les réunit dans un même groupe.

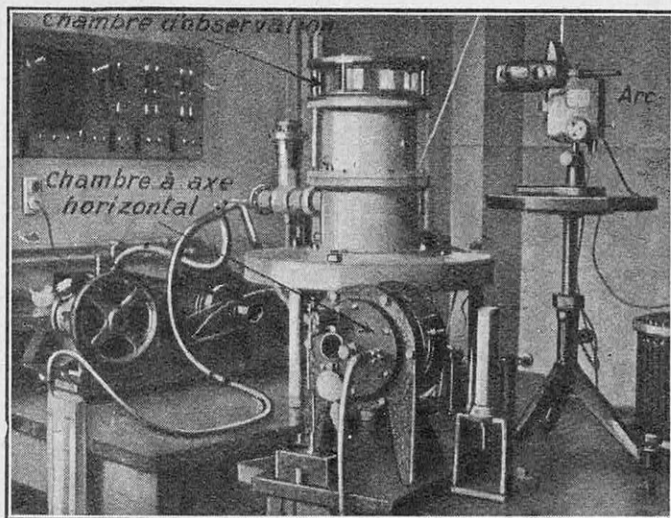
Cependant, ces radiations manifestent des propriétés différentes, qui leur donnent le caractère corpusculaire ; vu sous cet aspect, chacun de leurs rayons paraît être la trajectoire de photons séparés, et les expériences de Compton ont montré que les chocs de ces photons avec d'autres corpuscules, les électrons, s'effectuaient conformément aux lois mécaniques du choc. Par ces propriétés, les radiations ondulatoires se rapprochent donc des émissions corpusculaires et les théories d'Einstein ont précisé ce point de vue en leur attribuant une certaine inertie ; d'autre part, certains faits astronomiques s'expliquent en admettant que la lumière est soumise, comme la matière elle-même, à la gravitation ; mais nous entrons ici dans le champ des hypothèses, et la question qui se pose est précisément

d'en chercher la vérification par des faits plus directement contrôlables.

Entre les radiations et la matière s'insèrent les électrons, qu'on peut aussi désigner comme des grains d'électricité ; ils existent sous deux formes complémentaires, les négatons et les positons, porteurs de charges électriques égales, mais négatives pour les premiers et positives pour les seconds. Pendant longtemps, les négatons seuls ont été connus et étudiés ; ce n'est qu'en suite d'expériences sur les rayonnements cosmiques qu'Anderson mit en évidence l'existence des seconds (fig. 1 et 2) ;

la raison de leur rareté est, comme nous le dirons tout à l'heure, leur destruction rapide au contact de la matière et des négatons.

Pour le moment, nous nous préoccupons de définir la nature de ces corpuscules ; tous les physiciens s'accordent pour admettre que les électrons, qu'ils soient négatifs ou positifs, sont essentiel-



(Institut Phys. Atom. Lyon.)

FIG. 3. — APPAREIL A DÉTENTE DE C.-T.-R. WILSON COMPORTANT UNE CHAMBRE D'OBSERVATION A AXE VERTICAL, EN VERRE, ET UNE CHAMBRE A AXE HORIZONTAL

lement de l'énergie électrique localisée dans un volume extraordinairement petit (de l'ordre de  $10^{-13}$  cm) ; on ne les connaît qu'à l'état de mouvement, c'est-à-dire que la trajectoire qu'ils décrivent est assimilable à un courant électrique ; de ce fait, ils possèdent une certaine énergie électromagnétique, qu'on a pu calculer, et dont la grandeur définit à son tour ce qu'on nomme la masse de l'électron ; cette masse a été trouvée, moyennant certaines hypothèses plausibles, égale à  $1/1860$  de celle de l'atome d'hydrogène ; mais cela ne veut pas dire que l'électron soit de la matière, au sens où nous l'entendons ; en effet, cette masse électronique est entièrement électromagnétique, c'est-à-dire que, loin d'être une constante, elle dépend de la charge électrique et de la vitesse ; elle serait nulle pour un électron au repos, et elle devient infinie lorsque la vitesse atteint celle de la lumière,

En conclusion, la qualification de matériel étant sûrement étendue jusqu'aux noyaux atomiques, qui sont incontestablement asservis à la pesanteur, tout ce qui est au delà, des électrons aux rayonnements ondulatoires, représente de l'énergie plus ou moins localisée.

Telle est, du moins, la distinction qu'on est amené à faire lorsqu'on veut se maintenir dans le domaine immédiat des faits.

### La matérialisation de l'énergie rayonnante

Revenons maintenant à l'expérience. Les constatations les plus intéressantes ont été obtenues par l'étude des positons. Dès 1933, Blackett et Occhialini, observant à la chambre humide de Wilson placée dans un champ magnétique de 10 000 gauss qui recourbe les trajectoires, constataient l'existence de véritables *gerbes* rayonnantes, formées d'une douzaine de rayons et plus ; leurs courbures inverses, et l'épaisseur des trajectoires prouvaient bien qu'il s'agissait d'électrons des deux signes, et le nombre des ions formés, égal pour les électrons de même vitesse, vérifiait approximativement que, comme on s'y attendait et comme Dirac l'avait prévu, positons et négatons possèdent des charges égales et contraires.

Dès lors, on était amené à se demander pourquoi les positons étaient si rares et les négatons si abondants, puisque, d'après le principe de la conservation de l'électricité, ils devraient toujours apparaître en nombre égal. A ce problème s'attaquèrent de nombreux physiciens, dont Blackett et Chadwick

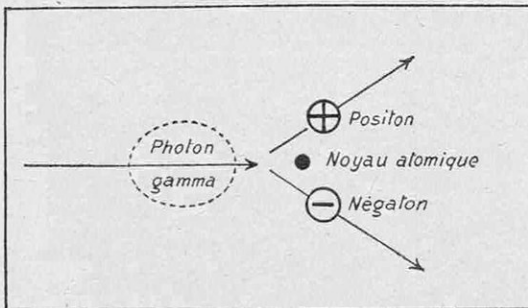
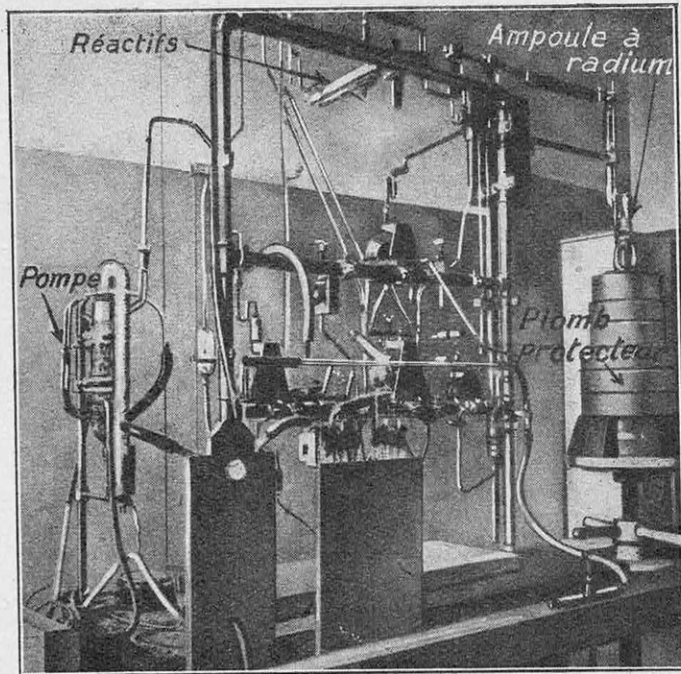


FIG. 4. — LA RENCONTRE D'UN PHOTON « GAMMA » ET D'UN NOYAU ATOMIQUE LOURD FAIT APPARAÎTRE UN POSITON ET UN NÉGATON



(Institut phys. Atom. Lyon.)

FIG. 5. — PRODUCTION DES RAYONS « BOTHE-BECKER » POUR L'OBTENTION DE RAYONS « GAMMA » EFFICACES  
*Le radon, extrait par une pompe d'une ampoule contenant un sel de radium en solution, est accumulé dans un tube de verre contenant de la limaille de glucinium, qui, détaché et fermé au chalumeau, devient la source du rayonnement.*

à Cambridge, M. et M<sup>me</sup> Joliot-Curie à Paris ; on constata que les rayons cosmiques ne sont pas seuls à engendrer des positons : lorsqu'on irradie un métal lourd (par exemple du plomb ou du platine) par des rayons gamma de grande fréquence, c'est-à-dire d'énergie supérieure à 1 million d'électron-volts, il apparaît des paires d'électrons que le champ magnétique recourbe en sens inverse ; chacune de ces paires est donc formée d'un positon et d'un négaton ; des calculs, que je ne saurais exposer ici, montrent que l'énergie du photon gamma incident est suffisante pour produire la double énergie de ces deux électrons ; et c'est précisément parce que cette condition est nécessaire que les rayons gamma d'énergie inférieure à un million de volts sont incapables de produire le couple positon-négaton.

On peut alors se demander quel rôle l'atome lourd a pu jouer dans cette opération ; sa présence est nécessaire, mais il n'intervient pas par son énergie propre ; l'opinion des spécialistes est qu'il a fonctionné comme un *catalyseur de matérialisation* (fig. 4), c'est-à-dire qu'il a facilité la transformation du photon gamma en une paire d'électrons, sans être lui-même modifié : un peu, si on

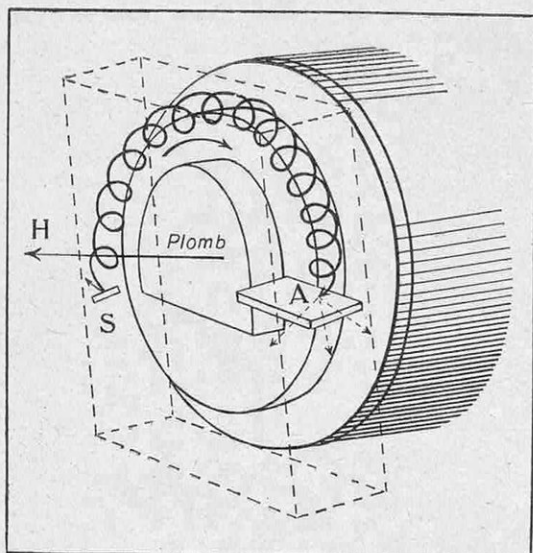


FIG. 6. — CONCENTRATION SUR UNE PLAQUE *A* DES ÉLECTRONS POSITIFS ÉMIS PAR UNE SOURCE *S* (MÉTHODE DE LA TROCHOÏDE)

veut, comme la pile d'un pont, interposée sur le trajet d'un courant liquide, y détermine la formation de tourbillons.

Si l'interprétation de ces phénomènes est correcte, l'expérience nous ferait donc assister à ce qu'on a appelé une matérialisation de l'énergie ; disons, plus prudemment, à une transformation de l'énergie rayonnante ondulatoire en énergie condensée et localisée.

Ajoutons, parce que ce renseignement nous servira tout à l'heure, qu'un des meilleurs procédés pour obtenir des rayons gamma efficaces consiste à utiliser les « rayons Bothe-Becker » jaillis du glucinium soumis à l'action des corpuscules alpha (fig. 4) ; ces rayons sont constitués par un mélange de neutrons et de photons gamma, dont l'énergie est voisine de 5 millions d'électron-volts.

### L'annihilation de la matière

Nous venons de voir comment un positon pouvait naître, en même temps que son frère jumeau le négaton ; il reste à expliquer maintenant comment il peut mourir. Si nous en découvrons la raison, nous saurons du même coup pourquoi il existe si peu de positons dans le monde matériel où se développent nos expériences.

Une solution (qui n'est peut-être pas la seule) de ce difficile problème, a été apportée, presque simultanément, par M. et M<sup>me</sup> Joliot-Curie et par M. Jean Thibaud, en utilisant une ingénieuse méthode imaginée par ce dernier physicien. Une chambre d'expérience, plate, parfaitement vide de gaz

(fig. 6) est placée entre les larges pièces polaires d'un puissant électroaimant, qui développe dans son entrefer un champ magnétique *H*, de 10 000 à 20 000 gauss. En un point de la chambre d'expérience a été placée la source des électrons positifs et négatifs : c'est une ampoule de verre mince contenant de la limaille de glucinium et du radon (émanation du radium) qui est une source active de corpuscules alpha ; au contact du glucinium, il se produit des rayons Bothe-Becker qui, rencontrant à leur tour en *S* une feuille mince de plomb ou de platine, donnent naissance aux positons et aux négatons. Ces deux espèces d'électrons sont alors saisies par le champ magnétique qui les enroule, dans un plan perpendiculaire à sa direction, suivant deux courbes dirigées en sens inverses, et dont la forme générale est celle d'une trochoïde (fig. 7). Ce dispositif présente un premier avantage qui apparaît immédiatement : c'est de séparer les négatons et les positons, qui sont entraînés en sens contraires ; on pourra donc, en inversant le sens du champ magnétique *H*, recueillir en *A* les uns ou les autres. Un second bénéfice, qui n'apparaît que par une discussion serrée, est de permettre la « focalisation » du pinceau électronique, c'est-à-dire de rassembler les positons ou les négatons, émis par *S* dans des directions divergentes, en un même point *A* où leurs effets pourront être étudiés.

Ce dispositif se prête à des mesures précises ; il a permis à M. Jean Thibaud d'établir, avec plus de précision que ses prédécesseurs, qu'au double point de vue de leur charge électrique et de leur puissance de pénétration à travers les métaux, les électrons des deux catégories sont les images les uns des autres. Mais, si on veut saisir entre eux une différence, autre que celle du signe électrique, il faut comparer les émissions secondaires qui apparaissent lorsque ces corpuscules pénètrent dans la matière. A cet effet, plaçant en *A* (fig. 6) une lame

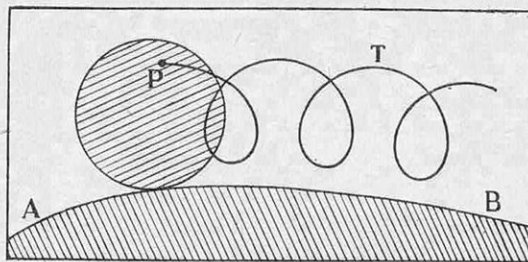


FIG. 7. — LA TROCHOÏDE *T* EST LA COURBE ENGENDRÉE PAR UN POINT *P* LIÉ A UN CERCLE QUI ROULE SUR UNE COURBE *AB*

métallique, recevons-y d'abord les négatons ; l'expérience n'est pas nouvelle, car ce jet de négatons n'est rien autre chose qu'un pinceau cathodique, et on sait qu'en frappant l'anticathode dans le tube de Röntgen, ce pinceau de négatons produit des photons X ; il s'agit donc d'un phénomène bien connu, étudié depuis longtemps, et dont l'explication est précisée par la courbe de la figure 8 : on y voit que les négatons, à mesure qu'ils pénètrent dans le métal, y perdent progressivement leur énergie jusqu'à un certain moment où ils sont en état d'agir sur les orbites planétaires des électrons atomiques, qu'ils bousculent ; c'est en reprenant leurs positions que ces corpuscules émettent les photons constitutifs des rayons X. Cette explication, donnée par Niels Bohr, a été soumise à de nombreux contrôles ; elle satisfait, en outre, aux conditions énergétiques requises, c'est-à-dire que l'énergie contenue dans les négatons incidents est largement suffisante pour entretenir le rayonnement X émis.

Procédons maintenant à la deuxième expérience : sans rien changer au dispositif, on inverse le sens du champ magnétique produit par l'électroaimant, de telle sorte que ce sont maintenant les positons qui tombent sur la lame d'épreuve A (fig. 6). Va-t-il se former encore des rayons X ? La courbe de la figure 8, obtenue par M. Jean Thibaud, montre que les positons, en traversant les premières couches de métal, y perdent une partie de leur énergie, comme il advenait précédemment aux négatons, jusqu'à un certain palier où ces corpuscules sont en état d'agir et d'engendrer un rayonnement : *mais ce rayonnement est du type gamma*, c'est-à-dire de fréquence 10 à 20 fois plus rapide que celle des rayons X ; en surplus, le nombre des photons gamma produits est notablement supérieur à ce qu'était celui des photons X, de telle sorte que l'énergie rayonnante libérée par les positons est à peu près 50 fois plus grande que celle qui était produite par les négatons ; elle dépasse même celle qui a été apportée en A par les corpuscules incidents, de telle sorte

que le bilan énergétique est en déficit et doit être bouclé par une intervention supplémentaire ; les choses ne sauraient donc s'expliquer par un simple réarrangement électronique ; il y faut une énergie étrangère ; M. Jean Thibaud la trouve dans l'accouplement des électrons positifs et négatifs, dont les charges électriques contraires se neutralisent, et dont les énergies s'ajoutent pour donner naissance au photon gamma émis.

Si cette expérience a été exactement interprétée, elle nous rend témoins d'un phénomène inverse de celui que nous avons constaté tout à l'heure, où le photon gamma se dédoublait en une paire d'électrons des deux signes ; et elle nous explique du même coup la rareté des positons dans les milieux matériels : c'est qu'ils ne peuvent pas y faire beaucoup de chemin sans y rencontrer un de ces électrons errants, agents des conductibilités électrique et calorifique, ou un électron faiblement lié aux noyaux atomiques ; et ils s'unissent à eux en les neutralisant. D'ailleurs, ceci avait

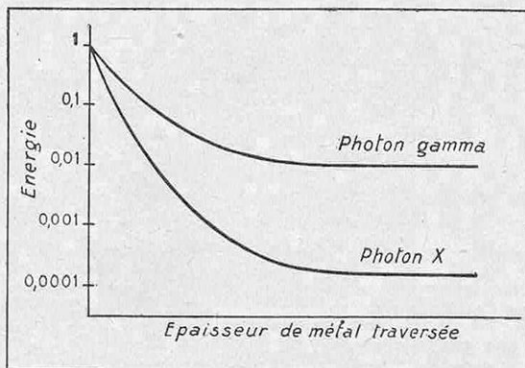


FIG. 8. — LES NÉGATONS ET LES POSITONS, EN PÉNÉTRANT DANS UNE LAME DE MÉTAL, PERDENT PROGRESSIVEMENT DE L'ÉNERGIE JUSQU'AU PALIER CORRESPONDANT AU PHOTON X ET AU PHOTON « GAMMA »

été précisé, avant l'expérience, par les calculs de Dirac, d'après lesquels un positon ne saurait subsister dans l'air à la pression atmosphérique plus longtemps qu'un milliardième de seconde, ni qu'un milliardième de seconde dans l'eau.

Si nous acceptons ces explications (et on n'en voit pas de plus vraisemblables), elles se raccordent fort bien avec les théories modernes d'après lesquelles, entre la matière la plus concrète et l'énergie la plus pure, il n'y aurait pas de barrière infranchissable ; au contraire, entre ces deux types extrêmes, il existerait des stades intermédiaires, et les expériences décrites dans cet article nous font assister au passage de l'un à l'autre de ces stades ; mais il est peut-être un peu tôt pour parler de matérialisation de l'énergie ou d'annihilation de la matière ; les physiciens savent bien des choses, mais ils sont encore incapables d'escamoter un simple atome, ou de fabriquer un rayon lumineux en détruisant de la matière.

L. HOULLEVIGUE.

# L'AVION A VAPEUR VA-T-IL RENAITRE ?

Par Charles BRACHET

*Le premier avion — celui d'Ader, en 1890, — était muni d'un moteur à vapeur, mais ce moyen de propulsion fut rapidement abandonné au profit du moteur à carburation à essence dont la puissance massique (1) était et demeure de beaucoup supérieure à celle de toutes les « machines » fixes ou mobiles utilisant la vapeur. Mais, depuis lors, de sérieux progrès ont été enregistrés dans ce domaine : aux Etats-Unis, en Allemagne, notamment, — en attendant de prochains essais en France, — on a, en effet, pu réaliser ou concevoir des avions ou des hydravions dont la propulsion est assurée par des machines alternatives (à pistons) ou des turbines alimentées par des chaudières à haute pression. Les constructeurs se sont bornés, pour certaines d'entre elles, à mettre en œuvre les plus récents perfectionnements de la technique relative à la production et à l'utilisation de la vapeur en poussant ainsi au maximum les caractéristiques des turbomoteurs aujourd'hui classiques. L'avenir semble cependant réservé à d'autres formules, plus audacieuses peut-être mais surtout plus riches de possibilités nouvelles. Parmi celles-ci, on envisagerait la turbine « Huttner », qui rassemble sur un même axe le foyer de combustion, le générateur de vapeur, le condenseur. En voici une autre, celle du turbogénérateur « Béchard », également à chaudière tournante, et qui doit se prêter à la réalisation de moteurs d'une puissance unitaire allant d'un cheval à plusieurs milliers de chevaux. De tels « engins » réunissent, sous un seul capot, un « ensemble » à haute puissance spécifique comprenant les trois organes essentiels : chaudière, moteur, condenseur. Ainsi, la vapeur pourra peut-être reconquérir, dans un avenir plus ou moins rapproché, le domaine de l'air : avion silencieux, avion stratosphérique, torpille aérienne. Ajoutons qu'à un autre point de vue on peut aussi prévoir des applications pratiques et économiques à la locomotion routière.*

**L**A première voiture « automobile » du commandant Cugnot marchait à la vapeur. Le premier avion, celui d'Ader, également. Une tentative de renouveau vers l'automobile à vapeur se manifesta, vers 1900, avec le moteur Serpollet. Aujourd'hui, un avion comme les autres, fantaisie d'amateur, vole à la vapeur, en Angleterre. Un autre, plus étudié, a été construit en Allemagne. Des Américains élaborent des devis originaux dans le même sens.

Est-ce là le début d'une émeute qui finira par une révolution, avec, comme terme lointain, l'exécution définitive des « moteurs » tant à explosion qu'à combustion interne ? Telle est la passionnante question que nous allons examiner en pesant les arguments et jugeant les procédés expérimentés.

## **Pourquoi le moteur, à son apogée, voit surgir ce concurrent : la vapeur**

La vapeur est née la première en tant que puissance motrice. Pourquoi veut-elle reconquérir un domaine d'où elle a été chassée ?

D'abord, le domaine *actuel* du moteur (automobile et aviation) est sa création propre. Ce n'est que sur la voie ferrée — où

la vapeur trône encore — que le moteur fait figure d'envahisseur. L'automobile s'est faite par le moteur, en même temps que lui.

Ce fut, avant tout, sa « puissance massique » — nombre de ch par kg — qui assura le succès du moteur. Le cylindre à explosion concentre en une seule enceinte la chaudière et le moteur. Le « condenseur » n'y a pas de raison d'être. D'où sa grande puissance massique. Mais si quelque *nouvelle* machine à vapeur parvient à réaliser semblable concentration organique, si elle réunit sous un même capot ses trois organes essentiels : chaudière, moteur et condenseur, l'avantage du moteur à explosion disparaît devant elle. C'est précisément à quoi visent les machines que nous allons décrire.

Admettons la réussite. C'est alors une locomotive perfectionnée, qui reprend entièrement possession de la voie ferrée. Adieu les autorails et même la traction électrique — dans la mesure où celle-ci ne persistera pas comme « volant » de la consommation des centrales. Du reste, nous savons que la locomotive à condenseur est déjà en service. Mais dans la forme acquise dont le prototype est le système Ljungström (1), sa puissance

(1) La puissance massique est égale au nombre de ch fournis divisé par le poids en kg du moteur.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 96, page 469, et dans ce numéro, page 410.

massique est encore inférieure, de beaucoup, à celle du Diesel. Il faut donc que la nouvelle formule « à vapeur » apporte du nouveau.

D'autre part, la puissance massique du moteur s'est accrue dans des proportions véritablement inattendues grâce aux progrès métallurgiques. Les aciers spéciaux actuels supportent les hautes températures et les grandes vitesses angulaires (nombre de tours/mn). Et c'est ainsi que le moteur s'est donné des ailes avec 250 g au ch. h — accessoires compris. Or, les aciers spéciaux sont au service de la vapeur comme à celui du carburant, léger ou lourd. Que diriez-vous d'un « turbo-générateur-moteur » dans lequel la masse d'eau évoluant en circuit fermé circulerait 10 à 12 fois par minute entre la chaudière et le condenseur ? Une telle machine, rotative, sans aucune complication d'allumage, ni de carburation, avec deux coussinets seulement à graisser, ne serait-elle pas supérieure à n'importe laquelle des machines actuelles ? C'est cela, précisément, qu'on nous prépare. Les aciers spéciaux récemment créés sont justement tout prêts à soutenir l'ingéniosité des inventeurs sur ce plan.

Car une telle machine doit suivre mécaniquement le train infernal de sa circulation thermodynamique, c'est-à-dire posséder un régime de 15 000 à 20 000 tours/mn.

Cet engin, c'est justement celui qu'attend l'aviation. L'automobile le lui empruntera, il va sans dire. Le camion, le tracteur agricole, encore moins difficile en puissance massique, provoqueront sa fabrication économique. En un mot, le moteur thermique « léger » à vapeur se trouvera devenu l'égal du moteur à combustion ou à explosion, jusque dans les *petites unités* qu'exigent toutes les variétés de l'usage individuel.

Allons encore un peu plus loin dans l'évolution prévue. La combustion interne disparaîtra-t-elle ? Pas le moins du monde. Elle persistera longtemps encore, en se perfectionnant avec les Diesel, dans les *grosses unités*, à cause de son très haut rendement,

pour s'épanouir vraisemblablement à nouveau dans les turbines à combustion interne, déjà essayées, mais qui ne peuvent se concevoir pour l'instant qu'en *très grosses unités*. L'offensive du carburant contre la vapeur se renouvellera donc sur le plan, cette fois, des grandes génératrices d'énergie. Mais l'avion lui aura échappé jusqu'à ce qu'elle sache le reconquérir par le seul moyen possible, *mais définitif* : la réaction intégrale. L'avion à tuyère « thermo-propulsive » a déjà fait ici l'objet d'une étude détaillée (1).

Nous pouvons maintenant saisir le rôle qui semble attendre le moteur à vapeur léger, dans les années prochaines d'après les divers essais en cours.

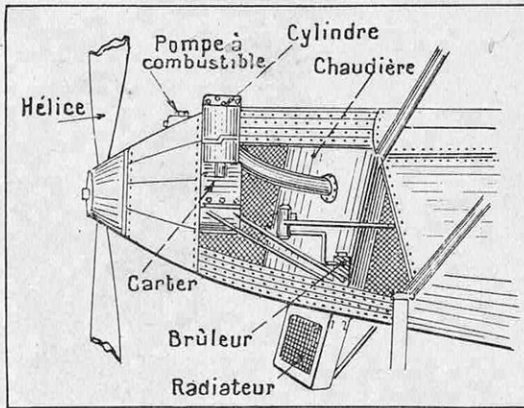


FIG. 1. — L'AVION A VAPEUR DE BESSLER, AUX ÉTATS-UNIS, ÉQUIPÉ D'UN MOTEUR A VAPEUR A HAUTE PRESSION EMPRUNTÉ A UN VÉHICULE TERRESTRE

La chaudière à tubes d'eau fournissait la vapeur à 75 kg/cm<sup>2</sup> et 450° C. Le moteur en V à 2 cylindres développait 100 ch au régime de 1 300 tours/mn.

l'aviation commerciale ne peut se dispenser aujourd'hui (2). Cet allègement de la cellule rentre dans le bilan normal de la puissance massique utile que l'inventeur est astreint d'envisager. Il était juste de le mettre à son actif.

Les avantages strictement « aériens » du moteur à vapeur sont bien plus importants.

D'abord la turbine soulage l'avion de l'encombrant auxiliaire que nous avons étudié en son temps, le « compresseur » destiné à rétablir la puissance en altitude (3). La puissance nominale de la turbine n'est pas influencée par l'altitude. Mieux : cette puissance augmente à mesure que l'appareil s'élève, voici pourquoi.

La puissance d'une telle machine se mesure par le débit de la vapeur qui la traverse.

### Les avantages de la vapeur en aviation : plus de perte de puissance avec l'altitude

L'avion silencieux ! N'insistons pas sur cet avantage de « luxe ». Contentons-nous de noter — hélas ! — son importance tactique militaire : le bombardier fondant à l'improviste... Retenons aussi l'économie de poids que le moteur silencieux apporte par élimination de tout besoin d'insonorisation technique dont

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

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 229, page 17.

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

Une seule cause pourrait affaiblir le débit, la raréfaction de l'air : le foyer se trouverait sous-alimenté, la vaporisation serait ralentie. Il est aisé d'adjoindre au système une « soufflante » dont la dépense d'énergie n'a rien de comparable à celle d'un compresseur pour moteurs actuels. Il n'est pas nécessaire, en effet, de rétablir la pression atmosphérique au foyer de combustion. C'est la *masse d'air* passant sur le foyer qui seule importe. L'air est raréfié mais, de ce fait même, il passe *plus vite* et, en raison de

cette raréfaction, la transmission de la chaleur des flammes à la paroi de la chaudière s'effectue à plus haut rendement. La soufflante n'aura donc, pour tout travail, qu'à assurer le « tirage » du foyer — pour nous en tenir à l'expression commune mais juste. La dépression assurant le tirage dans les chaudières des installations terrestres ne dépasse pas *1 cinquième d'atmosphère*, autant dire rien. Nous nous en doutions en considérant seulement l'effet d'un « soufflet » de forge. Mettons qu'il faille assurer un tirage correspondant à *1 vingtième d'atmosphère*, aux très grandes altitudes, et ce sera là tout l'effort de la soufflante. En tout, 4 % de la puissance totale, tandis que les compresseurs absorbent jusqu'à 40 % de cette puissance ! Et ces évaluations ne tiennent pas compte de l'accroissement de vitesse de l'avion avec l'altitude, accroissement qui aboutit à une *pression aérodynamique* probablement suffisante pour maintenir le taux de combustion du foyer.

Passons au « condenseur », car c'est lui qui présente l'autre inconvénient apparent.

Le « condenseur » n'est autre chose, en l'espèce, qu'un *radiateur* de dimensions agrandies. Il lui faut échanger avec l'exté-

rieur les calories fournies par la vapeur condensée à l'intérieur du circuit fermé. L'altitude présente, à cet effet, un avantage : la diminution de température (5° par km environ). Mais la *densité* de l'air diminue, ce qui contrarie l'échange calorifique. Tous calculs faits, l'avantage compense l'inconvénient et si largement que le premier prend très vite le pas sur le second. Si la température de la vapeur est de 30° en sortant de la turbine (où elle a travaillé) pour entrer au condenseur et si la température extérieure est égale-

ment de 30° (fortes chaleurs de l'été), le condenseur travaille à peu près « à la pression atmosphérique ». Mais, à 10 000 m, la température extérieure se trouve abaissée à 30° — 50° = — 20° C. Aucun condenseur de centrale thermique ne jouit d'un tel refroidissement ! Donc, bien que travaillant « par mélange » (1), notre condenseur voit sa pression intérieure très réduite relativement à la

pression « atmosphérique » prise comme repère. Le rendement de la machine se trouve amélioré de 10 %. Ici non plus, nous n'avons pas tenu compte de l'amélioration de la ventilation par l'accroissement de la vitesse.

### La souplesse merveilleuse du travail des turbines en altitude

Et puisque nous voici aux prises avec la vitesse, regardons-y de plus près.

A 10 000 m (c'est-à-dire au voisinage de la stratosphère), nous pouvons nous contenter d'avoir conservé la puissance tout en jouissant de l'accroissement de vitesse qu'assure

(1) Il existe deux systèmes de condenseurs : ceux dont le circuit de condensation est isolé de l'eau de refroidissement (type des serpentins) et ceux dont la vapeur de condensation se *mélange* à l'eau de refroidissement.

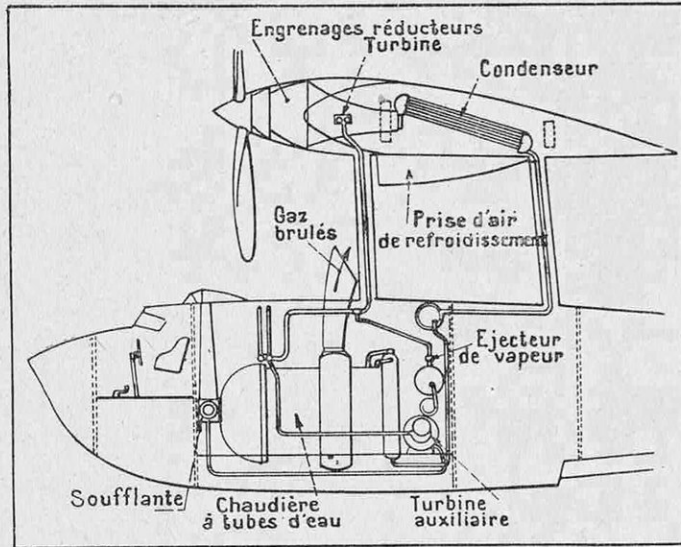


FIG. 2. — DISPOSITION SCHEMATIQUE DE L'HYDRAVION PROPULSÉ PAR MOTEUR A VAPEUR DE LA « GREAT LAKES AIRCRAFT CORPORATION », AUX ETATS-UNIS

La chaudière à tubes d'eau fournit la vapeur à 70 kg/cm<sup>2</sup> et 530° C. Elle alimente deux turbines entraînant les hélices par l'intermédiaire de réducteurs. Une turbine auxiliaire actionne les pompes de circulation et d'alimentation.



automatiquement l'aérodynamique de ces régions élevées. Mais nous pouvons encore prendre pour objectif d'accroître la vitesse (ou, au choix, la charge utile), *en augmentant la puissance motrice*. Et nous savons que la puissance doit croître comme le cube de la vitesse, si l'avion demeure à altitude constante.

Mais si, comme il est aisé de le faire avec la turbine, nous coordonnons l'accroissement de puissance avec l'altitude nous trouvons qu'à 10 000 m une puissance accrue de 75 % aboutit à un accroissement de vitesse de 75 % — tandis qu'à faible altitude il faudrait, pour réaliser le même gain de vitesse, accroître la

puissance de 550 % ! Il vaut la peine, dans ces conditions, d'activer le foyer. Il suffit pour cela d'accentuer le travail peu coûteux de la soufflante.

On aperçoit dès lors comment les avions à vapeur iront chercher en altitude (dans la stratosphère probablement) un niveau de croisière rapide — ou, répétons-le, si on ne tient pas à la vitesse en soi, un régime de transport avec charge utile accrue.

Une fois établi le « devis » du voyage, pour atteindre le niveau de route la turbine se prête merveilleusement à l'accroissement momentané de puissance qu'exigent le décollage et l'ascension. La turbine à va-

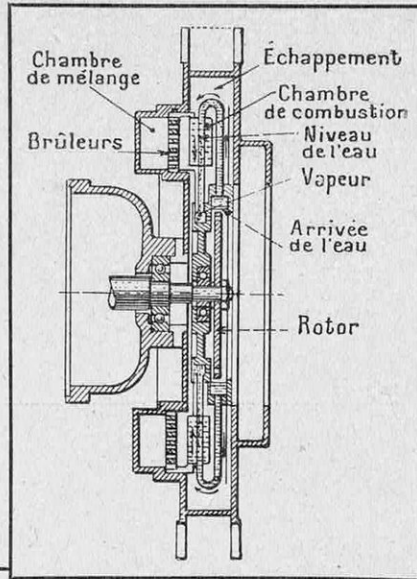


FIG. 3. — COUPE SCHEMATIQUE DE LA TURBINE D'ESSAI A VAPEUR « HUTTNER » (ALLEMAGNE)

La chaudière est constituée par un certain nombre de tubes en U aboutissant à des collecteurs en forme de tores, l'un pour l'eau, l'autre pour la vapeur. Cette dernière s'échappe dans l'atmosphère après avoir actionné le rotor qui porte des aubages. Le rotor et la chaudière tournent en sens inverse, la force centrifuge mettant la vapeur sous pression et assurant l'alimentation d'eau.

de voilure) se trouve également augmentée.

Une fois le décollage réalisé, l'accroissement de charge réduit à 50 % assure encore la montée rapide vers le niveau de croisière.

Enfin, l'altitude de route étant atteinte, et la charge de la turbine étant stabilisée, la diminution de la résistance à l'avancement se traduit par un accroissement de la vitesse angulaire — que précisément réclame l'hélice pour fournir son rendement optimum en milieu raréfié.

En bref, l'avion à vapeur choisit son niveau de route à son gré, en fonction de la charge transportée, de la distance à parcourir, de la vitesse prévue et de la consommation de combustible, fac-

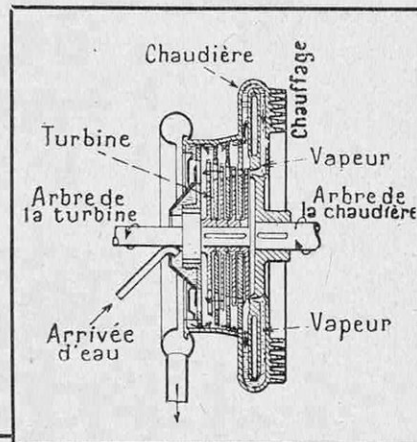


FIG. 4. — SCHEMA D'UNE TURBINE « HUTTNER » A VAPEUR COMPORTANT PLUSIEURS ETAGES

Chaudière et turbine tournent en sens inverse et l'eau se concentre sous l'action de la force centrifuge à la périphérie de la chaudière. La vapeur produite s'échappe au centre à travers les tuyères des roues de diamètres croissants de la turbine. L'eau condensée retourne à la périphérie au fur et à mesure de la production de la vapeur.

teur commercial de première importance.

Notons encore ceci à l'actif de l'avion à vapeur : la grande vitesse de rotation permet au constructeur d'adopter pour son fuselage des profils d'une plus grande finesse. La section du « maître-couple » dépend surtout de la forme du moteur qu'il faut loger dans le fuselage. Le profil de l'avion en dépend à tel point que, dans les avions de course, on sacrifie volontiers de la puissance motrice pour gagner de la finesse (premières victoires des modèles Riffard à 300 ch contre les 900 ch des concurrents). Or, tandis qu'un moteur en étoile de 1 500 ch couvre un cercle de 50 cm de rayon, on pourrait loger sous ce « profil » environ 10 000 ch, si l'avion pouvait emporter à son bord les turbines qui desservent en Allemagne les centrales électriques de Mannheim.

### Réalisations par simple perfection technique, sans principe nouveau

Les passionnantes perspectives que nous venons d'esquisser justifient donc l'effort actuel des inventeurs.

Où en est-on dans ce captivant domaine ?

En France, les Pouvoirs publics viennent enfin de prendre en considération les projets, étayés d'expériences vraiment frappantes, qu'a établis M. Bécharde, mécanicien de la marine et pilote consommé. Nous terminerons par leur description.

Malheureusement, du point de vue français, il nous faut parler d'abord de ce qui est déjà réalisé à l'étranger, dans la mesure où peut être percé le secret de ces réalisations.

Ce secret est d'ailleurs, comme il faut s'y attendre, en raison inverse du progrès accompli. C'est ainsi que tout le monde peut voir et imiter demain ce que nous appellerons la réalisation d'amateur de l'Américain Bessler. Un avion de tourisme de 90 ch est

équipé d'un groupe à vapeur correspondant. La chaudière tubulaire chauffée au mazout est indépendante du moteur *alternatif*, ainsi que le condenseur. Celui-ci n'est autre qu'un radiateur classique agrandi. La pression est de 77 kg/cm<sup>2</sup> à la chaudière. La vitesse de rotation, très faible (1 350 tours/mn), permet la prise directe de l'hélice (fig. 1).

Grâce à la grande pression initiale (température 430° C), le rendement est acceptable. Mais la puissance massique est très faible : 0,22 cheval par kg ! L'appareil a donc volé. Le contraire eût été étonnant, de nos

jours, puisque celui d'Ader, aussi, a volé. Mais cette réalisation n'a pas plus d'avenir que n'en aurait la voiture à vapeur de Serpollet si quelque amateur s'avisait de la ressusciter en profitant des progrès obtenus dans la technique générale.

Nous hésitons à faire le même pronostic pour une autre réalisation américaine, celle de la *Great Lakes Aircraft Corporation*, parce qu'elle donne déjà la mesure de ce que peut faire la turbine, bien que celle-ci y soit indépendante du générateur et des condenseurs. Les constructeurs ont, en effet, mis en œuvre tous les perfectionnements réalisés dans les turbo-moteurs actuels des centrales (fig. 2).

En poussant à l'extrême les caractéristiques classiques de ces turbo-moteurs, l'appareil utilise une rotation de 20 000 tours/mn avec démultication sur l'arbre d'hélice qui tourne à 1 400 tours.

Le problème central qui est la grande vitesse de circulation thermodynamique de l'eau n'a pas été éludé, puisque le débit de la vapeur — surchauffée à 538° — est de 9 310 kg à l'heure sous une pression de 70 kg/cm<sup>2</sup>.

La puissance développée atteint 1 150 ch

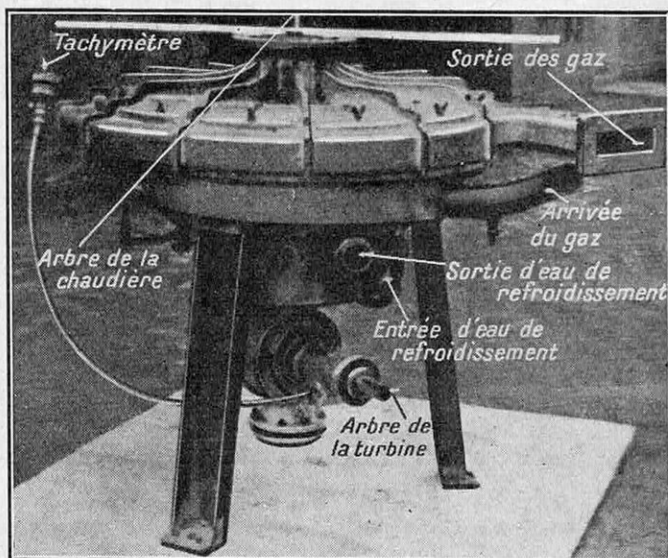


FIG. 5. — VUE D'ENSEMBLE DE LA MACHINE A VAPEUR « HUTTNER » A TURBINE ET A CONDENSATION

Cette machine réunissant sur un même arbre le foyer, la chaudière, la turbine et le condenseur est capable de fournir 300 kg de vapeur à l'heure à une pression de 16 kg/cm<sup>2</sup>.

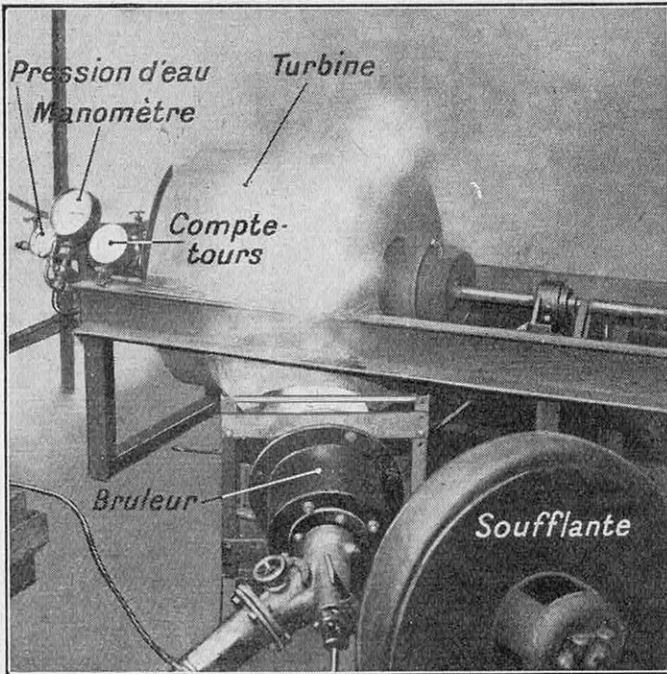


FIG. 6. — LA TURBINE « BÉCHARD », DE DÉMONSTRATION  
La vapeur s'échappe à l'air libre, dans le mouvement de tourniquet de trois tuyères d'éjection.

répartis sur deux groupes. Une soufflante absorbant seulement 1 % de la puissance totale assure l'aération intense du foyer, tandis que des « éjecteurs » de vapeur assurent le vide dans les condenseurs tubulaires logés dans les ailes. La surface de refroidissement est ainsi largement assurée. Des volets spéciaux règlent la circulation de l'air de refroidissement dans les condenseurs. L'eau condensée retourne à la chaudière par le travail d'une pompe d'alimentation. La consommation est de 270 g de fuel oil par ch.h. Le

rendement, par conséquent, ressort à 23 %. Ce résultat concurrencerait aisément le moteur d'une automobile courante s'il y avait des autos de 1 000 ch. Mais la puissance massique qui ressort à 0,625 cheval par kg serait trop faible même pour la voiture lourde du capitaine Eyston. A plus forte raison pour un avion.

Reste à savoir si l'allégement du cheval peut être accru dans un tel système. Nous en doutons, puisque, disons-nous, tous les perfectionnements y sont déjà mis en œuvre.

On peut opposer la même critique à un autre projet américain Brobeeck et au projet allemand Wagner qui ne font que transporter sur l'avion les perfectionnements terrestres de la turbine.

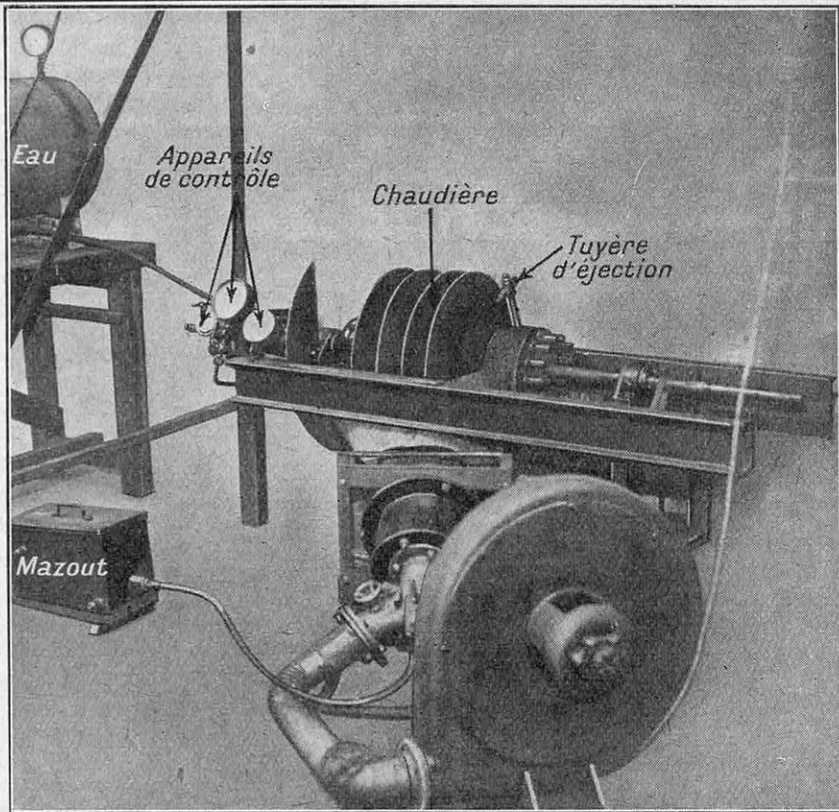


FIG. 7. — L'APPAREIL AU REPOS, CARTER ENLEVÉ  
On aperçoit les disques creux qui constituent la chaudière tournante.

Il nous semble évident que l'avenir est, par contre, réservé à d'autres formules, celles que nous allons maintenant exposer.

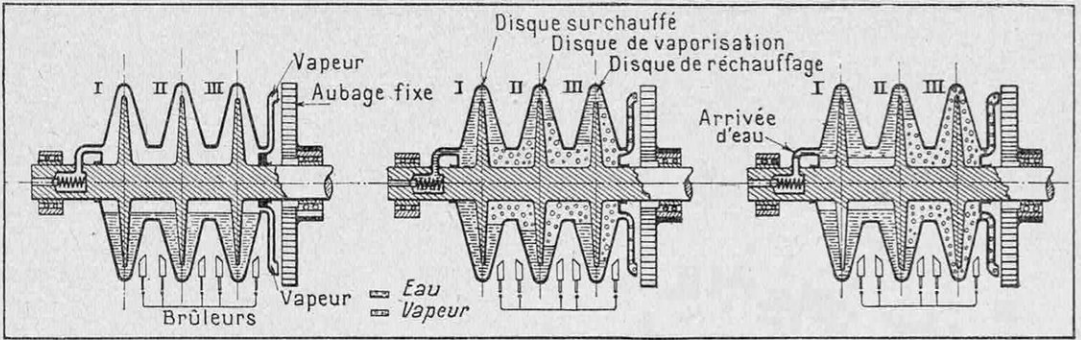


FIG. 8. — TROIS POSITIONS DE LA CHAUDIÈRE TOURNANTE « BÉCHARD »

A gauche : l'appareil au repos. L'eau, également répandue dans les trois disques, commence à chauffer sur les brûleurs. — Au centre : l'appareil est lancé. Dans le disque I, l'eau commence à bouillir ; dans le disque II, elle s'évapore plus rapidement ; dans le disque III, la vapeur occupe presque tout l'espace — A droite : le disque III ne contient plus que de la vapeur qui, par conséquent, se trouve surchauffée avant de sortir par les tuyères l'éjectant sur les aubes fixes d'une couronne immobile.

### L'avion à vapeur Huttner

Est-il exact que l'avion Huttner (dont les essais avec moteurs à échelle réduite ont été seuls publiés) soit déjà passé au stade des essais en vol, en Allemagne ? Nous ne saurions l'affirmer. Mais c'est possible au pays discipliné qui a su mettre à flot des sous-marins à moteur oxhydrique, sans rien laisser percer.

Cet avion, de 32 m d'envergure et 22 de longueur, disposerait d'une puissance de 2 500 ch ;

Son poids atteindrait 12 tonnes pour emporter 1 tonne de charge utile ;

Son altitude de croisière : 10 000 m ;

Son plafond : 14 000 m ;

Vitesse d'ascension : 3 300 m/mn ;

Vitesse de route : 420 km/h ;

Rayon d'action : le tour du monde à la latitude Paris-Berlin.

En acceptant ces renseignements sous bénéfice d'inventaire, nous remarquons que le très faible rapport de la charge utile annon-

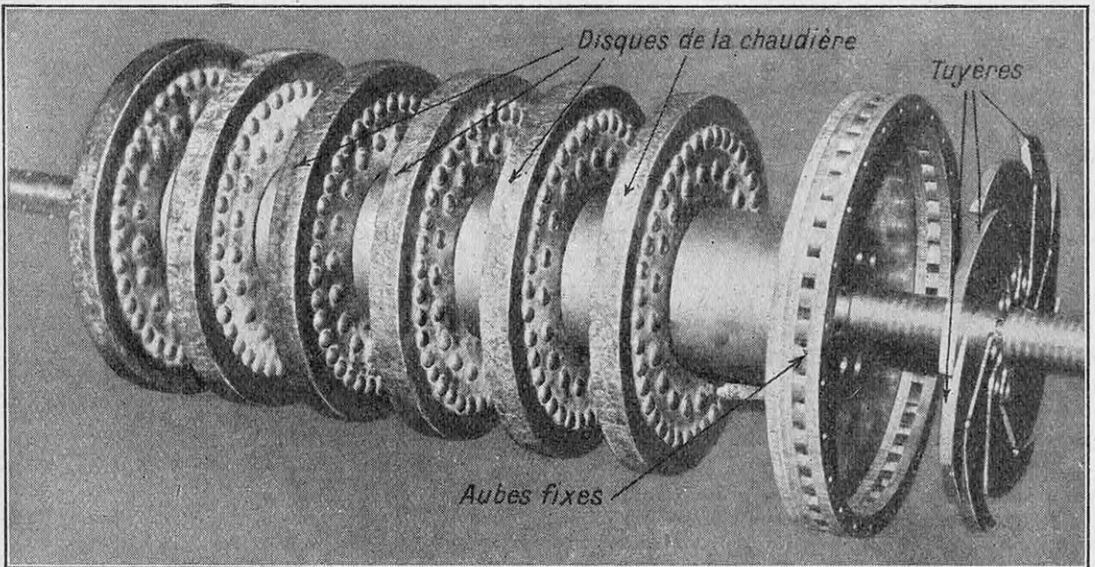


FIG. 9. — LA PREMIÈRE TURBINE « BÉCHARD », DESTINÉE AUX ESSAIS MÉCANIQUES

L'arbre tournant porte six disques soudés à l'autogène, destinés à supporter de très fortes pressions. Ils communiquent par un cylindre commun axial tout en demeurant cloisonnés verticalement, ainsi que l'indique le schéma de principe. La vapeur s'échappera dans la roue motrice (la dernière à droite) par des tuyères à détente complète (de Laval) dirigées du centre vers la périphérie où cette vapeur heurte les aubes fixes de la couronne (figurée ici avant son emboîtement sur la roue motrice).

cée au poids total de l'appareil implique une puissance massique encore assez faible. Le cheval du moteur Huttner, tout équipé, doit peser 1 kg. Et, si nous acceptons le rayon d'action, en supputant les réserves de combustible qu'il comporte, la consommation spécifique doit être d'environ 200 g au ch.h, ce qui serait vraiment remarquable.

L'amélioration de la puissance massique dans une telle réalisation, comparative-ment aux précédentes, est indéniable quoique insuffisante. Mais il faut noter qu'il s'agit d'une technique entièrement *neuve*, donc pleine d'avenir.

Cette technique, la voici :

M. Huttner rassemble sur un même axe le foyer de combustion, le générateur de vapeur, la turbine et le condenseur.

Nous prions le lecteur de se reporter, pour la description de cette technique, aux schémas (fig. 3 et 4). Contentons-nous de souligner ceci : la vaporisation de l'eau s'obtient dans une série de tubes en U rayonnant à la périphérie du rotor. La rotation de la chaudière dans la flamme est un principe de vaporisation ultra-rapide déjà utilisé même dans certaines grandes installations

fixes. La vitesse de vaporisation ainsi obtenue est énorme. L'eau est maintenue par la force centrifuge à la périphérie du système tubulaire. La vapeur se forme dans la région centrale, avec une pression qu'équilibre précisément ladite force centrifuge. Elle jaillit par des tuyères (parallèles à l'axe de rotation) sur les aubes d'une turbine à plusieurs étages dont les diamètres vont par conséquent *en croissant*. Elle s'échappe au dernier étage dans le collecteur qui la conduit vers le condenseur, d'où elle retourne au système par le côté opposé au foyer.

L'eau entrante, emportée par la force

centrifuge, se loge dans des cannelures circulaires (communiquant entre elles) et qui entourent les roues à aubes, épousant leurs *étages* en sens inverse. Dans ces cannelures, l'eau entrante se réchauffe donc par mélange avec la vapeur sortante qui circule en sens inverse. Les niveaux de l'eau centrifugée s'équilibrent dans chaque alvéole en fonction de la contre-pression de la vapeur à chaque

étage du moteur. Elle parvient ainsi réchauffée aux tubes de vaporisation. Et le cycle recommence.

Ainsi, sans pompe, sans d'autres joints que des « bouchons d'eau » équilibrant la pression par force centrifuge, la circulation est réalisée, d'une manière automatique et continue, entre la chaudière et le condenseur, et réciproquement.

La turbine calée sur l'arbre moteur et la chaudière calée sur un arbre symétrique, mais indépendant, tournent en sens inverse. Principe déjà connu pour accroître la vitesse relative des aubes réceptrices et de la vapeur.

### La conception de M. Béchard

L'originalité de la conception française réside principalement dans la chaudière qui est également tournante. A l'heure où

nous écrivons, elle n'est pas encore munie de sa turbine. Du moins, celle-ci se réduit au strict minimum théorique : quatre tuyères à réaction échappant dans l'air ou sur une roue à aubes immobile.

Le caractère de l'appareil est d'être d'une robustesse à toute épreuve, et bien moins délicat que la chaudière tubulaire de Huttner.

Le condenseur pourra être soit rotatif, soit incorporé aux ailes.

En tout cas, l'*étagement* des organes est, ici, explicitement ordonné le *long* de l'arbre, non plus *autour* de lui. Et c'est logique, si

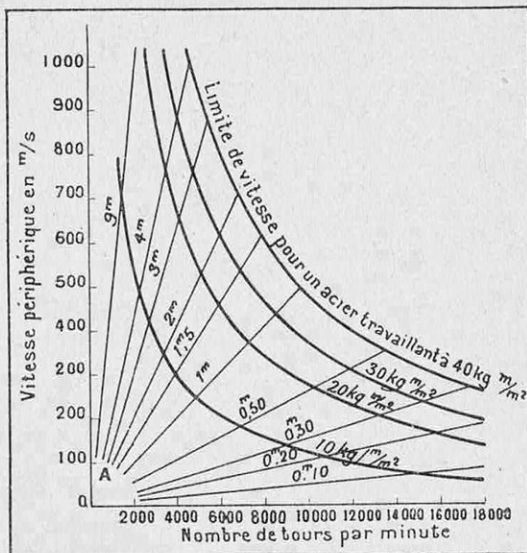


FIG. 10. — GRAPHIQUES DE VAPORISATION DES TURBINES SYSTÈME « BÉCHARD »

La vaporisation dépend de la vitesse de rotation et du diamètre des disques (principe même des chaudières tournantes). Le graphique montre les possibilités actuelles du système en indiquant la courbe-limite que les aciers imposent à la vitesse de rotation (en abscisses) pour des disques dont les diamètres sont gradués de 0 m 10 à 9 m (droites en éventail). Le poids de vapeur produite en kg/heure au m<sup>2</sup> est égal à 7 fois la vitesse périphérique en m/s. L'intersection d'une courbe limite et de la droite afférente au diamètre choisi montre les vitesses correspondantes, soit périphériques (en ordonnées), soit de rotation (en abscisses).

l'on pense à l'importance du « maître couple » aérodynamique.

Nous n'insisterons donc, aujourd'hui, que sur le mode de vaporisation et ses résultats mesurés.

La puissance possible d'un tel système est fonction des calories absorbées. Or, l'inventeur affirme qu'il peut obtenir une production de vapeur supérieure à 400 kg par heure et par m<sup>2</sup> de surface chauffée dans une chaudière de 50 cm de diamètre, tournant seulement à 1 000 tours/mn (1). Or, la rotation peut, avec des matériaux spéciaux, être immensément accrue. Et la puissance par unité de surface croît en fonction de la rotation comme l'indique le graphique (fig. 10), qui porte sur des vitesses rivalisant avec celles de la turbine Huttner.

M. Béchard nous rappelle, d'ailleurs, que son appareil est conçu pour servir à l'automobile autant qu'à l'avion.

La chaudière rotor se compose de disques creux, cloisonnés intérieurement de manière à obliger l'eau à circuler par la force centrifuge en passant par leur périphérie. L'ensemble tourne, sous carter, au-dessus d'une rampe de brûleurs. Les gaz de combustion sont mécaniquement brassés et les chicanes constituées par les seules têtes de rivets d'assemblage suffiraient à diffuser ces gaz sur les parois.

La chaudière étant remplie d'eau comme l'indique la figure 8 démarre d'elle-même à l'ouverture des tuyères. Une fois démarrée, l'eau s'étage comme l'indique également la figure 8. Ici aussi, la pression de vapeur équilibre d'un étage à l'autre la force centrifuge tant et si bien qu'à trois étages, la chaudière peut être considérée

(1) Chiffre approximatif par suite de la non-publication de données officiellement contrôlées.

comme un réchauffeur d'eau dans son premier disque, un vaporiseur dans le second, un surchauffeur dans le troisième d'où la vapeur jaillit par les tuyères tournantes.

En ordre de marche effective, la conduite de l'appareil semble devoir être extrêmement souple. Le conducteur dispose, en effet, de la variation simultanée ou séparée des trois éléments suivants : le débit de vapeur ; l'augmentation du chauffage ; le réglage de la circulation d'eau.

La charge de l'appareil pourra, naturellement, comme dans tout turbo-moteur, être accrue à vitesse constante.

Par contre, la réduction de cette vitesse équivaut à une réduction de puissance en fonction du travail exigé. L'inventeur pense pouvoir réaliser ainsi des moteurs auto-réglables, d'une puissance unitaire variant d'un cheval à plusieurs milliers.

Nous faisons cependant toutes nos réserves quant à la réalisation du moteur, c'est-à-dire de la turbine proprement dite. Nous ne manquerons pas de rendre compte des essais exécutés dans ce sens.

Pour l'instant, les essais concernant la seule vaporisation ont montré qu'un générateur tournant Béchard pesant 56 kg et dont la surface de chauffe n'atteignait pas 1 m<sup>2</sup> produit 200 kg de vapeur à la pression de 60 kg/cm<sup>2</sup> — soit l'énergie suffisante pour actionner un moteur de 60 ch avec une consommation de 140 000 calories.

Les essais au frein pourront seuls nous renseigner sur les rendements de l'appareil en construction.

Si les travaux de M. Béchard permettent à notre pays de rattraper son immense retard dans l'étude de l'avion à vapeur, ils seront les bienvenus. Nous souhaitons leur succès.

CHARLES BRACHET.

La réunion de l'Autriche au III<sup>e</sup> Reich présente, du point de vue économique, une importance non moins grande qu'au point de vue politique. L'Allemagne, relativement pauvre en minerai de fer, pourra désormais exploiter les gisements autrichiens (plus de 2 millions de t par an de minerai de fer). En 1937, l'industrie autrichienne produisait déjà 390 000 t de fer, 650 000 t d'acier, 435 000 t de fers laminés et près de 35 000 t de naphte (en Basse-Autriche). Les abondantes ressources en bois permettront en outre aux fabriques allemandes de rayonne et de papier de s'approvisionner à bon compte en cellulose. Le plan quadriennal du III<sup>e</sup> Reich prévoit, comme on sait, une extension économique vers les pays de l'Europe Centrale pour réaliser une vaste union commerciale, analogue au « Zollverein ». Le potentiel industriel et militaire de l'Allemagne s'en trouverait encore ainsi considérablement accru. En 1937, l'Autriche exportait déjà pour 7 200 millions environ de nos francs en matières premières et produits manufacturés, en augmentation notable par rapport à l'année précédente.

# SYNTHÈSE D'ANESTHÉSIIQUES PLUS EFFICACES ET MOINS TOXIQUES

Par Jean LABADIÉ

*Anesthésie totale, anesthésie régionale, anesthésie locale, telles sont les trois méthodes mises à la disposition du chirurgien moderne pour « éteindre » la conscience et les réflexes du malade et le soustraire ainsi à la douleur causée par les opérations chirurgicales. A leur application empirique, déjà vieille d'un siècle (l'emploi des anesthésiques remonte à 1840) ont succédé maintenant des techniques scientifiquement contrôlées, résultant et de l'étude physiologique et biochimique des anesthésiques, et de la connaissance de plus en plus approfondie de la « hiérarchie » des fonctions nerveuses qu'il s'agit précisément de supprimer pendant une durée déterminée. C'est ainsi qu'un appareillage de précision permet, pour l'anesthésie totale, de doser méthodiquement les inhalations en vue d'atteindre, sans la dépasser, la phase correspondant à la suppression de la douleur et des réflexes nerveux. C'est ainsi également que des procédés modernes de narcose extra-pulmonaire et l'emploi de produits chimiques nouvellement créés au laboratoire assurent aujourd'hui pratiquement la suppression quasi totale des suites parfois mortelles résultant de cette intoxication temporaire que constitue l'anesthésie. Enfin l'étude de la moelle épinière, du liquide céphalo-rachidien et de l'affinité élective des nerfs pour les anesthésiques a conduit certains chirurgiens américains à imaginer la rachi-anesthésie, qui permet d'imprégner, au gré du praticien, tel centre nerveux de la moelle, qui commande la sensibilité de la région opératoire. L'anesthésie locale dispose, elle aussi, d'une gamme complète de produits synthétiques à la fois efficaces et dépourvus de toxicité. Parmi tous ces différents procédés, récemment mis au point et qui ont fait leurs preuves, le chirurgien peut faire choix du mode d'anesthésie le plus approprié suivant les cas, en tenant compte de la nature de l'intervention, de l'âge du malade, de l'état de ses organes en vue d'éliminer toute conséquence néfaste. La tâche du praticien est ainsi simplifiée et, désormais, il peut épargner au patient le choc moral qui se superpose parfois au choc traumatique inhérent à l'intervention même.*

**L**E professeur Forgue rappelle qu'il n'y a pas cent ans, en 1839, le chirurgien Velpeau écrivait : « Eviter la douleur, en chirurgie, est une chimère qu'il n'est plus permis de poursuivre. » Jusqu'au milieu du siècle dernier, on opéra donc à vif.

Nous ne sortirons pas de notre sujet en notant pour commencer — nous le retrouverons pour finir, quelle que soit la perfection de l'anesthésie moderne — le rôle psychologique du patient dans l'opération chirurgicale.

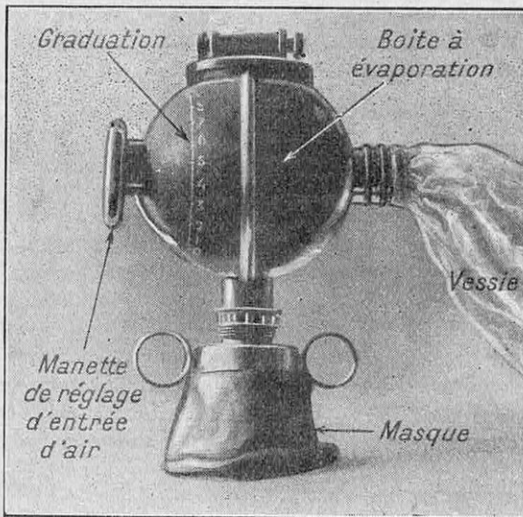
Quand, devant la Cour assemblée, Louis XIV se livra au chirurgien Fagon pour subir l'opération de la fistule, il n'avait contre la douleur qu'une ressource : sa volonté. Celle-ci se trouvait soutenue, il est vrai, par la mise en scène de l'étiquette minutieusement rapportée par le duc de Saint-Simon. Le roi avait naturellement refusé le seul « anesthésique » utilisable et utilisé à cette époque (et qui fut l'auxiliaire d'Ambroise Paré comme du baron Larrey) : je veux dire une copieuse ingestion d'eau-de-vie. (Un homme « ivre-mort » réagit moins sous le

bistouri qu'en son état normal.) Cependant, Louis XIV ne laissa échapper qu'une légère plainte, vers la fin de l'interminable opération : « Fagon, vous me faites mal ! »

On connaît l'héroïsme des soldats du XIX<sup>e</sup> siècle dont on amputait les membres ligaturés, puis cautérisés au fer rouge, sans que, très souvent, ils laissent échapper une plainte.

Mais, déjà, les soldats de la guerre de 1870, lorsqu'ils pouvaient être opérés à l'hôpital, au lieu de subir l'intervention dans une ambulance de campagne, avaient parfois la chance d'être anesthésiés. On connaissait déjà le *protoxyde d'azote* de Priestley ou « gaz hilarant », découvert comme anesthésique dès 1800, par Humphry Davy, et essayé comme tel, dès 1828, à Paris, sur des animaux, mais utilisé seulement en 1840 sur l'homme, en même temps que l'« éthérisation ». Le *chloroforme* était apparu en 1847, à Edimbourg, où Simpson l'employa pour la première fois.

A mesure qu'il s'est perfectionné, l'art



(Collin.)

FIG. 1. - L'APPAREIL A ÉTHER D'OMBRÉDANNE

d'anesthésier les patients et d'écarter la douleur de la table d'opération n'a cessé de devenir de plus en plus subtil.

La méthode d'anesthésie varie aujourd'hui d'un malade à l'autre et selon la nature de l'opération. L'anesthésie s'adresse parfois à une seule « région » du corps. Mieux encore, elle peut n'être que « locale », c'est-à-dire limitée au seul organe intéressé.

Nous verrons comment, grâce à un plus récent progrès, les conséquences morbides de l'anesthésie se trouvent enfin toutes éliminées, quelle que soit la durée du sommeil. Mais pour bien saisir toute la grandeur de ce problème : l'élimination de la souffrance dans l'intervention chirurgicale, il nous faut examiner sur le corps vivant lui-même l'ordre hiérarchique des fonctions nerveuses qu'il s'agit précisément d'éteindre provisoirement ou de mettre « en veilleuse », aussi longtemps que l'exige le travail du praticien.

### Les niveaux successifs du « sommeil » chirurgical

Les exemples par lesquels nous avons sciemment débuté montrent que le premier anesthésique doit être celui de la conscience. D'abord parce que tout le monde n'a pas la volonté d'un Louis XIV ; ensuite, parce que la volonté la plus forte ne pourrait demeurer « maîtresse des nerfs » au cours d'une opération moderne.

La faculté n° 1 à « éteindre » étant la conscience (*self-control*), c'est au siège de l'activité cérébrale la plus élevée, les lobes cérébraux, que devra donc frapper avant tout l'anesthésique. L'ébriété alcoolique était donc assez logiquement employée par

les anciens puisque ce sont ces lobes que l'alcool paralyse en premier lieu.

Mais l'alcool ne va pas plus loin : il n'entraîne pas la suspension des facultés de relation, sensori-motrices. Un cerveau qui a cessé de penser et de voir n'est pas encore incapable de sentir et de réagir par les soubresauts qu'il imprime aux muscles. Les anesthésies classiques (à l'éther, au chloroforme) suffisamment « poussées », atteignent ces facultés, dans le cervelet. Le patient est alors « insensibilisé ».

Mais c'est insuffisant. Il reste la moelle épinière, support des fonctions « sensori-motrices » inférieures dites « réflexes ». Les réflexes sont indépendants de la volonté. Tant qu'ils sont capables de jouer, chaque coup de scalpel risque de provoquer une « réponse » plus ou moins violente dans l'organisme. Et ceci se produit en particulier dans la région abdominale. Le chirurgien, qui constate la persistance des réflexes, ordonne à son « anesthésiste » de « pousser » le patient. Sous l'action d'une inhalation plus forte, les réflexes disparaissent. La moelle est endormie. C'est la phase chirurgicale de l'anesthésie.

A ce moment, c'est l'anesthésiste qui prend toute sa responsabilité. Tout en satisfaisant aux desiderata techniques du chirurgien, il lui faut surveiller l'ultime fonction vitale : la fonction « bulbaire ». S'il « pousse » trop l'inhalation étherée ou chlo-

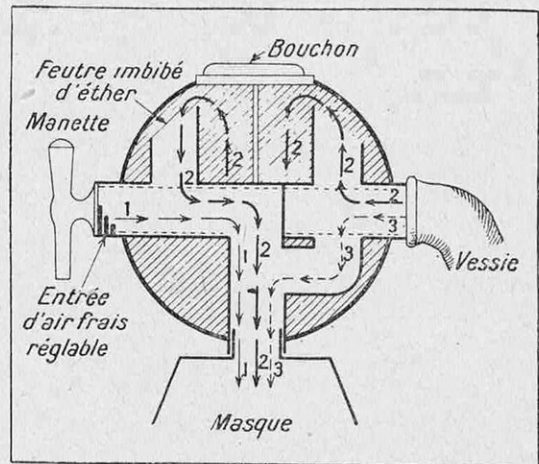


FIG. 2. — COUPE DE L'APPAREIL OMBRÉDANNE

Le boisseau central commandé par la manette est percé de fenêtres à ouverture progressive. Suivant sa position, il permet : le dosage de l'air frais (flèches 1); le passage de l'air expiré dans la vessie et son retour à travers les feutres imbibés d'éther (flèches 2); le passage direct de l'air expiré dans la vessie et son retour au masque sans éther, mais chargé de gaz carbonique (flèches 3).



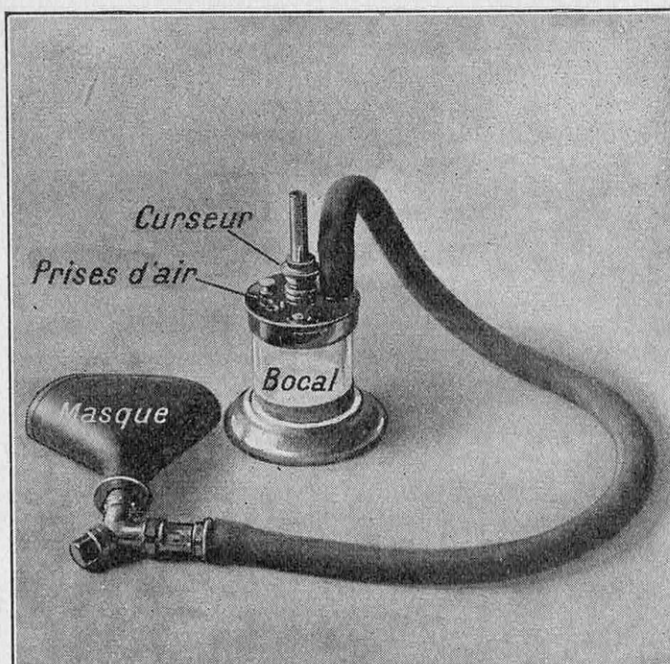
roformée, le bulbe cérébral se trouve atteint à son tour. Les poumons et le cœur s'arrêtent.

Rester aussi loin que possible de la mort tout en respectant les limites de la phase chirurgicale, tel est donc le principe directeur de l'art d'anesthésier.

C'est un art très savant, dont les moyens techniques ont aujourd'hui atteint un remarquable degré de perfection — tout récemment encore, avec l'invention allemande de l'évipan, aspirant à détrôner le chloroforme, l'éther et le protoxyde d'azote.

### L'étude méthodique des anesthésiques et l'importance de leur dosage

Et, d'abord, pourquoi cette variété d'anesthésiques pour la



(Collin.)

FIG. 4. — L'APPAREIL A ANESTHÉSIEUR PAR LE CHLOROFORME DE RICARD

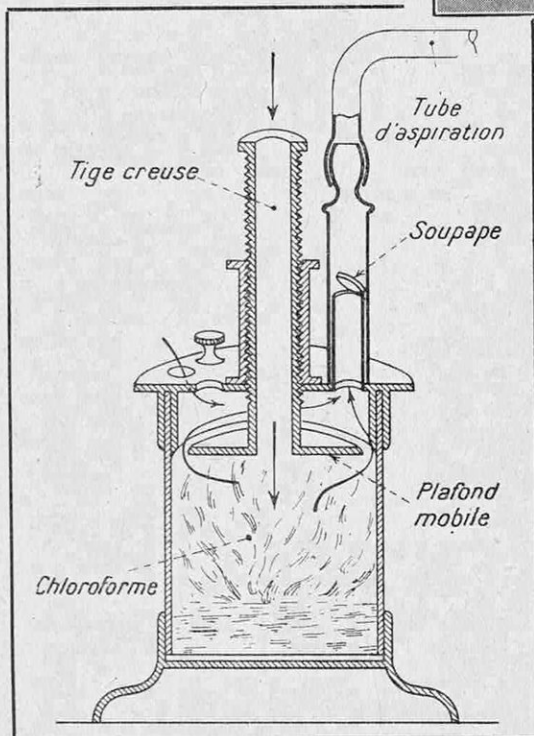


FIG. 3. — COUPE DE L'APPAREIL DE RICARD

L'air aspiré par le malade pénètre dans l'appareil par la tige creuse centrale, filetée et qu'un écrou permet d'enfoncer plus ou moins dans le bocal de chloroforme, ainsi que le plafond mobile solidaire de la tige. La hauteur du plafond règle la teneur de l'air en chloroforme. Lorsque ce plafond est à sa position supérieure, seul l'air pur passant par les ouvertures réglables situées sur le couvercle du bocal parvient au masque inhalateur.

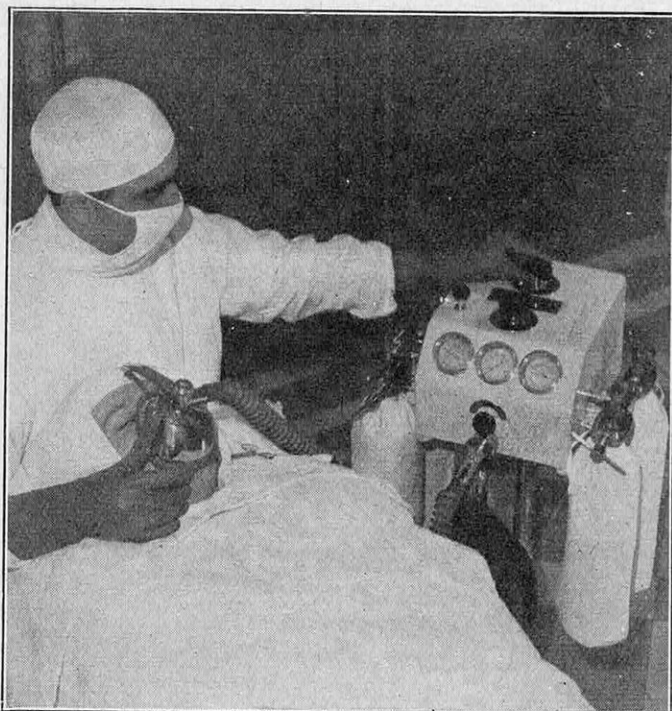
seule technique de l'« inhalation » qui, du reste, est loin d'être la seule ?

C'est que la période de découverte empirique des anesthésiques généraux dont nous venons d'énumérer les plus connus, fut immédiatement suivie d'une période d'étude scientifique de leur activité spécifique. Et si cette période peut être considérée comme touchant aujourd'hui à son terme, on peut bien dire qu'elle ne l'a peut-être pas encore atteint pleinement. L'atteindra-t-elle même jamais ?

Claude Bernard, Paul Bert, Dastre étudièrent surtout l'action physiologique des anesthésiques, étude la plus urgente étant donné le but poursuivi. Ensuite, on entra dans l'étude de cette même action au point de vue « biochimique ». De quelle manière les divers corps volatils utilisés se répartissent entre les différents tissus ? Un savant anglais, Overton, révéla leur affinité pour les tissus riches en graisse. Et précisément la substance nerveuse blanche du bulbe cérébral absorbe de ce fait plus de chloroforme que la substance grise de l'écorce cérébrale !

Un danger précis se trouvait éventé.

Aussi bien, de nos jours, on peut attribuer à chaque drogue utilisée un coefficient K qui n'est autre que le rapport de sa « solubilité grasseuse » (liposolubilité) à sa « solubilité aqueuse » (hydrosolubilité), cette dernière étant celle qui intéresse le sang et, par conséquent, le transport de l'anesthé-



(Pesty.)

FIG. 5. - COMMENT ON SURVEILLE UNE ANESTHÉSIE GÉNÉRALE AU PROTOXYDE D'AZOTE

sique dans le torrent circulatoire. De ce transport dépend d'abord l'imprégnation du système nerveux et puis la « désintoxication » post-opératoire.

Car l'anesthésie se ramène toujours, qu'on le veuille ou non, à cela : une « intoxication totale temporaire », ainsi que l'a définie l'éminent spécialiste de Montpellier, le professeur Forgue.

Sans entrer dans d'autres explications physiologiques, nous comprenons donc quelle science doit présider et préside, en effet, aujourd'hui, aux mélanges et aux méthodes dosimétriques que l'on pratique au moyen d'appareils inhalateurs commodes, capables d'administrer automatiquement les doses voulues sur le réglage instantané de l'anesthésiste — brillant second du chirurgien, son assistant aussi savant qu'indispensable.

La localisation de l'action progressive de l'anesthésique définit, avons-nous dit, trois phases de l'anesthésie : 1° la phase cérébrale ; 2° la phase médullaire ; 3° la phase bulbaire, à éviter. Le passage d'une phase à l'autre, c'est tout le problème du dosage.

Il y aura donc une première dose, correspondant au seuil de l'anesthésie chirurgicale proprement dit. Ensuite, une dose utile, pour atteindre et entretenir cette seconde

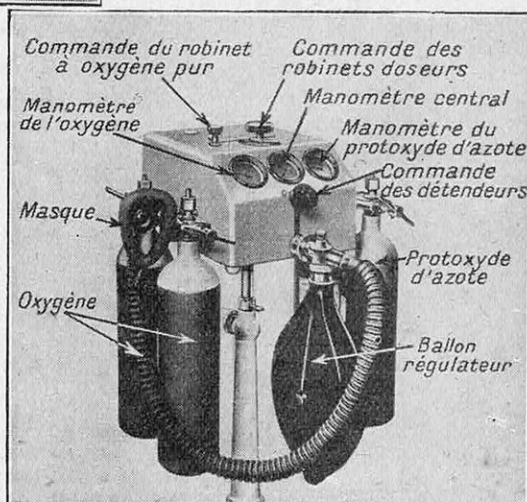
phase. Et puis, une dose mortelle, redoutable. La dose « maniable » correspond à l'écart entre la première et la troisième.

L'art suprême de l'anesthésie moderne consiste à mettre en jeu des produits (ou même des méthodes) différents pour obtenir la progression de la narcose. Nous verrons qu'il existe des *anesthésiques de base* et des *anesthésiques plus spécifiques*, correspondant à la phase d'entretien.

Auparavant, prenons connaissance de l'appareillage dosimétrique dans le cas de l'inhalation, le plus commun.

### La précision des appareils dosimétriques inhalateurs : le masque d'Ombredanne

Le chloroforme étant de plus en plus abandonné, c'est la narcose à l'éther qui prévaut le plus



(Pesty.)

FIG. 6. - ENSEMBLE DE L'APPAREIL DES DOCTEURS MARTINAUD ET CLAUDEL POUR L'ANESTHÉSIE GÉNÉRALE PAR VOIE PULMONAIRE La seule manipulation du volant de commande des robinets doseurs permet d'obtenir soit l'analgésie (perte de la sensibilité), soit l'anesthésie profonde, en utilisant le protoxyde d'azote pur mélangé d'air ou d'oxygène (avec ou sans gaz carbonique), ou d'oxygène et d'éther (avec ou sans gaz carbonique). Il permet de mettre en œuvre également un mélange éther-oxygène (avec ou sans gaz carbonique). La cuve à éther située dans le coffre n'est pas visible sur la photographie. L'aiguille du manomètre central oscille suivant le rythme respiratoire du sujet. Elle indique la pression du mélange anesthésique dans le ballon régulateur et la pression du mélange à l'intérieur de l'appareil.



parce que son innocuité est fonction de sa pureté. Sa fabrication moderne est le facteur de son succès. Depuis Humphry Davy, on ne l'avait pas oublié. On n'osait pas risquer des intoxications nitreuses. C'est l'anesthésique de choix pour les malades fatigués, infectés, intoxiqués ou anémiés. Le dosage autorise d'autre part la prolongation de son inhalation, ce qui permet d'en tirer tout l'effet de « profondeur » dont il est capable. Mais cette profondeur de l'anesthésie (phase médullaire) doit être telle dans certains cas, que l'inhalation doit céder le pas ou tout au moins demander secours à un autre mode d'anesthésie : la rachianesthésie.

### La narcose par voies extrapulmonaires

Le narcotique confié à l'état de vapeur ou de gaz à la voie pulmonaire entre dans le sang par une surface que l'on évalue à 200 m<sup>2</sup>. C'est la superficie des alvéoles pulmonaires développés. Si

cette voie est barrée pour un motif quelconque, il en reste d'autres, et qui permettent d'utiliser l'anesthésique à l'état liquide.

C'est ainsi qu'on pratique l'éthérisation par voie rectale. Un lavement d'éther imprègne la muqueuse riche en vaisseaux sanguins et l'anesthésie générale survient. Les accidents hémorragiques consécutifs à cette méthode, préconisée depuis 1847, sont évités par des mélanges d'huile.

Quels sont ses avantages ?

Cette méthode, extrêmement insensible et progressive, supprime le « choc psychique ». Et c'est ici, je vous en ai prévenu, qu'apparaît le facteur moral que les chirurgiens modernes redoutent à l'extrême. Nous y reviendrons. Le danger de la syncope « laryngo-réflexe » — accident au cours duquel le patient « avale sa langue » — est

supprimé et l'appareil broncho-pulmonaire se trouve protégé. Le malaise post-anesthésique (nausée, soif, toux) est écarté. Donc : une grande économie d'énergie nerveuse.

Une autre voie sanguine, la plus directe, est offerte par les vaisseaux. On injecte dans une veine (médiane basilique) du sérum éthéré et la narcose suit son cours. Le chloroforme, dans ce cas, est contre-indiqué.

Par contre, cette technique a suscité l'emploi d'anesthésiques nouveaux tels que l'hédonal et l'isopral narkose, découverts en Allemagne.

Le plus récent de ces anesthésiques, l'évipan, également dû à la chimie allemande, réalise un véritable émerveillement chez les opérés. Sitôt l'opération terminée (qui doit être courte), le malade se retrouve dans son état normal.

La méthode intra-veineuse peut, au surplus, se borner à une anesthésie de base que complète une inhalation atténuée. La nar-

cose de base a surtout pour but d'éviter au malade tout choc émotionnel. Le malade est endormi en effet dans son lit, avant son transport à la salle d'opération.

### La préanesthésie et la préparation psychique

« Le choc émotionnel (tel que l'a décrit Crile) ne lèse point seulement les cellules nerveuses des centres, écrit le professeur Forge. Il peut modifier aussi les glandes surrénales et le foie. » D'autre part, la conscience peut être supprimée sans que le choc nerveux lui-même, né des excitations périphériques (du scalpel), cesse ses méfaits.

Le chirurgien moderne est ainsi conduit à une préparation morale assez inattendue pour ceux qui croient que le corps vivant est une simple mécanique.

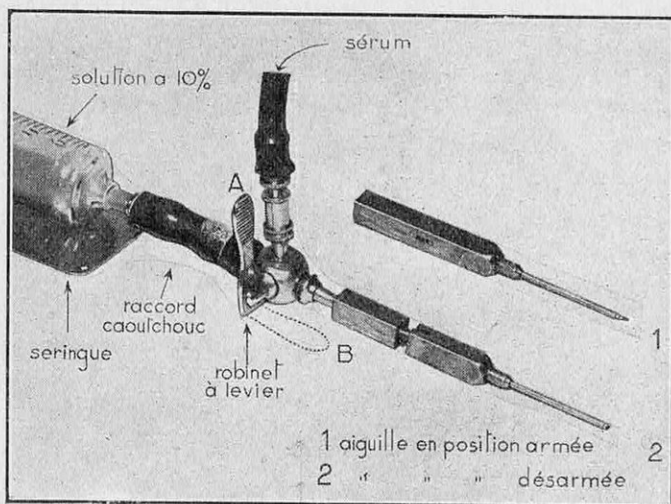


FIG. 8. — VUE D'ENSEMBLE DE L'APPAREIL HIRSCHBERG POUR L'ANESTHÉSIE PAR INJECTION INTRAVEINEUSE. L'aiguille d'injection est « télescopique », de manière à pouvoir être « armée » et « désarmée » à volonté par un simple glissement. L'appareil a pour but de diluer la solution anesthésiante, contenue dans la seringue, dans un sérum. Un robinet à levier commande le mélange. L'ensemble permet à l'anesthésiste de surveiller la marche physiologique de la narcose.

Savez-vous qu'un médecin est un très-mauvais patient éventuel du chirurgien? Pourquoi? Il est trop informé de son cas. Son imagination travaille donc plus que celle de l'ignorant.

Chez l'angoissé, Vaquez constate que le nerf vague peut bloquer le cœur. Il est, dans ce domaine, des exemples tragiques.

La chimie a fort heureusement préparé, à l'intention de nos systèmes nerveux de « civilisés » trop délicats, des narcotiques merveilleusement adéquats à la « préanesthésie »: ce sont les *barbituriques* dont le véronal et le gardénal sont les plus connus, mais qui, dérivés d'une seule substance mère (malonylurée) se comptent par plusieurs centaines. Toutes les nuances somnifères se trouvent donc à la disposition de l'anesthésiste.

### La rachi-anesthésie

Imaginée par les Américains, réalisée par les Allemands, cette méthode est l'une des plus audacieuses de la technique chirurgicale moderne. Elle consiste à confier l'anesthésique au liquide rachidien, par injection directe au niveau des vertèbres inférieures (lombaires).

La moelle épinière baigne, comme on sait, dans un liquide qui atteint les centres supérieurs eux-mêmes. Il est aisé, quoique délicat, d'atteindre ce liquide avec une aiguille creuse. Mais si l'on injecte dans sa masse un anesthésique spécial, que va-t-il arriver? Si

l'anesthésique se dilue uniformément dans la masse liquide « céphalo-rachidienne », tous les centres nerveux, y compris les supérieurs, vont être atteints — et c'est la mort. Or, ce que le chirurgien demande à l'anesthésiste, c'est d'imprégner seulement tel centre nerveux de la moelle qui commande la sensibilité de

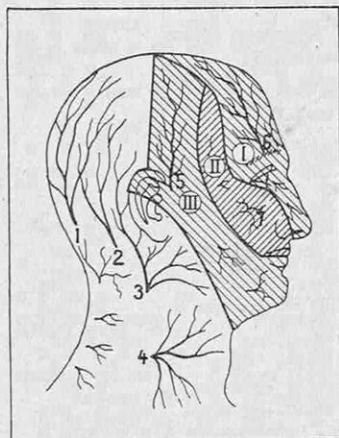


FIG. 9. — TERRITOIRES SENSITIFS DU TRIJUMEAU POUR L'ANESTHÉSIE DE LA FACE

Disposition des nerfs sensitifs : I, frontal et sus-orbitaire ; II, temporal ; III, auriculo-temporal, et enfin occipital émergeant d'une ligne qui encercle le crâne. Une infiltration qui suit ce cercle anesthésie la calotte.

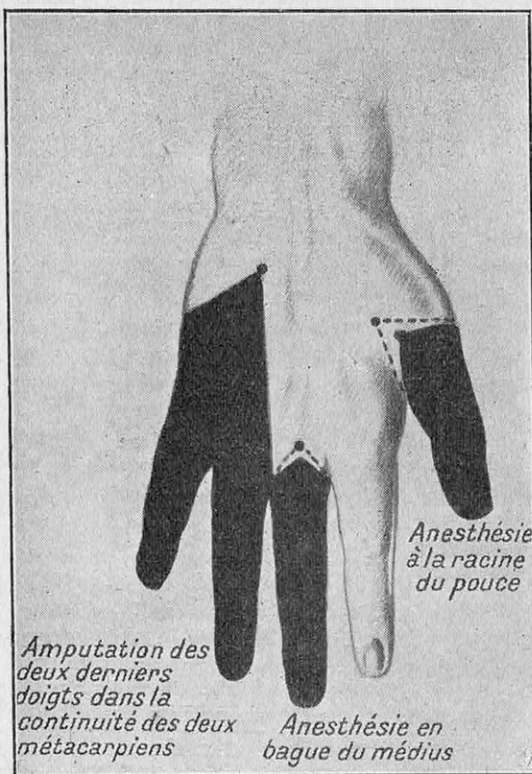


FIG. 10. — ZONES D'ANESTHÉSIE PAR INFILTRATION, POUR LES AMPUTATIONS DES DOIGTS

la région opératoire. Est-ce possible de toucher un centre à l'exception des autres?

La réponse est affirmative pour des raisons multiples.

Si l'anesthésiste dispose de produits chimiques d'une plus grande densité que le liquide rachidien, et « non-miscibles » avec lui, il est évident que ce produit injecté restera à la base de la colonne vertébrale où il est introduit — à la condition que celle-ci garde la position verticale. Inclinée sur la table d'opération, la colonne du liquide rachidien laisse monter, par contre, le produit injecté jusqu'au niveau désiré. C'est pourquoi la rachi-anesthésie ainsi pratiquée exige des tables d'opération en plan incliné réglable à un degré d'angle près.

Mais la diffusion du toxique nerveux qu'est toujours un anesthésique, ne va-t-elle pas résulter d'autres facteurs que la gravité? Est-ce que le liquide céphalo-rachidien n'obéit pas à un courant circulatoire? L'« hydrodynamique » de ce liquide, faite par les Allemands, aboutit à la conclusion qu'il n'y a pas de courant ascendant et que l'écoulement s'effectue de haut en bas. Ceci rassure donc le rachi-anesthésiste.

Cependant l'explication serait insuffi-

sante si on ne la soutenait de cette autre : les anesthésiques utilisés sont retenus, exclusivement, par certains centres nerveux ; c'est le « neurotropisme » ou, si vous préférez, l'affinité élective du nerf pour le toxique, qui intervient. Ici, ce sont les réactions *biophysiques* qui se réservent le dernier mot. La substance chimique, introduite aux niveaux lombaires, imprègne les tissus nerveux électivement — en sorte que son *dosage* tombe en raison inverse de la distance comptée sur la colonne vertébrale. C'est ainsi d'ailleurs que le virus rabique envahit la moelle, segment par segment, perdant de sa virulence à mesure qu'il s'élève.

La méthode, perfectionnée par Pikkin, pousse le raffinement jusqu'à doser la viscosité de l'anesthésique, léger ou lourd.

L'anesthésie finit donc par se fixer à l'étage *médullaire* déterminé par le chirurgien (fig. 7).

La rachi-anesthésie ne saurait donc jamais supplanter l'anesthésie générale, ni même s'appliquer aux régions hautes du corps : « ni la tête, ni le cou », telle est la formule de beaucoup de chirurgiens.

Peut-on élever l'anesthésie rachidienne au niveau du thorax ? En pis aller, oui, pour le travail sur les poumons, par exemple.

Dans la région de l'abdomen supérieur, la rachi-anesthésie est commode pour le chirurgien, mais difficile à régler. Et c'est naturellement pour la chirurgie *sous-ombilicale* que la méthode prend toute sa valeur ; l'abdomen demeure absolument « silencieux ». Le chirurgien n'a plus aucun réflexe à redouter du malade.

### L'anesthésie locale

Est-ce tout ? Pas encore. Les anesthésistes ont trouvé le moyen d'insensibiliser strictement, sans sommeil, le champ opératoire, dans certaines interventions particulières.

On infiltre, dans le tissu sous-cutané, sur le trajet futur du scalpel ou à distance, des anesthésiques nouveaux (percaïne) qui apportent le même effet que la cocaïne — primitivement utilisée dans ce but — mais sont privés de la toxicité de cette dernière substance. La chimie synthétique trouve tout ce qu'on lui demande.

Cette technique par infiltration est très suffisante pour insensibiliser tout ou partie de la main, du bras. Mais, à la suite du docteur Reclus, le chirurgien français a généralisé cette anesthésie locale aux opérations de l'abdomen.

Le problème technique consiste, dans ce

cas, à bien établir le « polygone d'infiltration ». Ce polygone, on peut le tracer en enfonçant l'aiguille d'injection tangentielle à l'épiderme et puis en vidant la seringue tout en enfonçant l'aiguille lentement.

Nous arrêtons ici ce bref tour d'horizon sur l'art scientifique de l'anesthésie. Pour être complets, il nous aurait fallu indiquer certaines modalités spéciales de l'anesthésie rachidienne comme celle qui consiste à donner l'injection non pas sous la membrane « arachnoïde », la plus voisine de la moelle, mais seulement au niveau d'insertion du nerf rachidien qu'il s'agit d'endormir.

On a même récemment tenté avec succès l'insensibilisation rachidienne sans anesthésique, par introduction à l'intérieur du liquide céphalo-rachidien d'une petite vesie. On l'introduit à l'état flasque, puis on la gonfle. La pression pneumatique exercée sur le centre nerveux le paralyse, donc l'insensibilise. L'opération terminée, on dégonfle et retire le minuscule ballon.

Enfin, étant donné la nature « électrique » de l'influx nerveux (1), étant donné ce qu'on sait aujourd'hui de la « chronaxie » caractérisant chaque nerf, il devait venir à l'esprit de certains praticiens d'obtenir la suspension de la fonction nerveuse, sur un trajet déterminé, par l'« inoculation » d'un courant électrique convenable sur le trajet en question. Mais, pour encourageants que ces essais se soient montrés au laboratoire, où ils sont pratiqués sur des animaux, ils demeurent, pour l'instant, des expériences.

En conclusion de cette étude, il faut bien dire au grand public, comme nous y avons insisté, que le « moral » de l'opéré, avant et après l'opération, constitue un coefficient psychologique de premier plan. *Il ne faut pas redouter l'opération.* Si vous parvenez à cet état d'esprit, vous devenez le plus précieux auxiliaire du chirurgien pour sa réussite. Nous tous, Occidentaux, nous sommes en général trop émotifs devant l'intervention chirurgicale. Dans les hôpitaux japonais, l'anesthésie locale est la règle, toutes les fois qu'elle est possible. Et l'on peut y assister à des opérations au cours desquelles le patient, ayant l'abdomen ouvert, converse posément avec l'anesthésiste.

Questions de « nerfs », dira-t-on. Précisément. Mais plus exactement de volonté.

JEAN LABADIÉ.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 241, page 41.

N. D. L. R. — Les figures 2, 3, 7, 9 et 10 ont été extraites de l'ouvrage classique du professeur E. FORGUE : *Précis d'anesthésie chirurgicale*, Doin et C<sup>ie</sup>, éditeurs.

# OÙ EN EST LA LOCOMOTION MÉCANIQUE PAR GAZOGÈNE ?

Par Tony BALLU

DIRECTEUR DE LA STATION D'ESSAIS DE MACHINES AGRICOLES  
DU MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE  
PROFESSEUR A L'INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE

*Les carburants de remplacement : gaz de houille comprimé, gaz pauvre de gazogène, alcool, benzol, essences de synthèse, etc., doivent contribuer à libérer, du moins partiellement, notre économie nationale — en temps de paix comme en temps de guerre — des importations étrangères de produits d'origine pétrolière. A l'exception de l'alcool, presque tous ces produits de remplacement dérivent du charbon que la France doit importer, hélas ! en quantités massives si onéreuses pour notre balance commerciale déficitaire. Par contre, le gaz pauvre de gazogène (élaboré à partir du bois ou du charbon de bois) apparaît, à ce point de vue, non seulement comme une solution avantageuse du problème de l'approvisionnement en carburants, mais aussi comme un remède à la crise forestière. La Science et la Vie a indiqué récemment (1) quelle orientation il convenait, suivant certains spécialistes, de donner à la politique française des gazogènes en vue de développer leur emploi dans la locomotion mécanique routière (2) : dégrèvements fiscaux, organisation méthodique de centrales de carbonisation de bois et de centres de ravitaillement en combustibles standardisés, etc. M. Tony Ballu, directeur de la Station d'Essais de Machines du ministère de l'Agriculture, expose ici, avec autorité et compétence, les plus récents perfectionnements apportés au fonctionnement des gazogènes mobiles en vue de remédier à certaines difficultés d'ordre pratique vis-à-vis desquelles les usagers émettaient des critiques justifiées, il y a encore quelques années. Aujourd'hui, on peut affirmer que, techniquement et pratiquement, le véhicule routier à gazogène est au point. Les inconvénients résultant notamment des soins d'entretien, des manipulations plus nombreuses et plus rebutantes que pour un véhicule à combustible liquide sont amplement rachetés par une économie appréciable de consommation, puisque, actuellement, le combustible utilisé est bon marché par rapport aux hydrocarbures (essence, gas oil, etc.) qui supportent des taxes élevées. Il faut espérer que, si les véhicules à gazogène se répandent de plus en plus en France, les gouvernants ne viendront pas un jour taxer les gazogènes mobiles, comme ils l'ont fait vis-à-vis des moteurs Diesel des automobiles à usage industriel et commercial, en augmentant les droits perçus sur les carburants destinés à alimenter les moteurs à combustion interne à huiles lourdes !*

IL serait superflu de rapporter ici les statistiques qui établissent l'éventualité prochaine d'un déséquilibre entre les fournitures mondiales de pétrole brut et l'accroissement considérable de la consommation, ni les raisons d'ordre économique et national qui obligent à recourir aux carburants d'origine métropolitaine (3). Parmi ces derniers, celui qu'on dénomme péjorativement le « gaz pauvre » a fait tout particulièrement parler de lui durant ces derniers temps. Ce n'est cependant pas un nouveau venu ; mais, connu et apprécié depuis longtemps dans les gazogènes fixes, il a subi quelques vicissitudes depuis son emploi relativement récent dans les gazo-

gènes transportables. Cela tient à certaines difficultés, d'ordre pratique plutôt que technique, qui ont, à plusieurs reprises, découragé les usagers, ne se trouvant sans doute pas dans toutes les conditions requises pour assurer la bonne marche d'un gazogène mobile.

En effet, si nul n'ignore aujourd'hui qu'on peut aisément faire fonctionner un moteur avec des combustibles végétaux ou minéraux gazéifiés, nombreux sont, même parmi les usagers, ceux qui méconnaissent certains détails d'ordre pratique indispensables au bon fonctionnement économique du gazogène transportable. Peut-être les a-t-on un peu trop nourris d'illusions. Nous sommes de ceux qui croient fermement à l'intérêt du gazogène et même à la nécessité absolue de son emploi, mais nous pensons que cette

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 250, page 292.

(2) Et aussi agricole et ferroviaire (autorails).

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 231, page 211.

cause a été surtout desservie, jusqu'à ce jour, par des protagonistes trop ardents qui se sont laissés entraîner par un apostolat un peu irréfléchi, ne laissant entrevoir que les avantages exclusifs du gaz pauvre. Il faut avoir le courage d'envisager la réalité sous tous ses aspects et attirer surtout l'attention des usagers éventuels sur les inconvénients du système. Un inconvénient prévu n'est plus qu'un écueil, et un écueil connu s'évite.

Le gazogène doit être considéré comme une des plus heureuses solutions à l'angoissant problème des carburants et comme un

obtient, par *réduction*, de l'oxyde de carbone ( $CO$ ). Cet oxyde de carbone enfin, aspiré (premier temps du moteur) en mélange avec une certaine proportion d'air « secondaire », donne un mélange « tonnant », qui, après compression (second temps du moteur), est allumé par l'étincelle de la bougie. Un gazogène, dans lequel doit s'opérer la gazéification d'un combustible solide, se différencie donc d'un poêle du fait que, dans celui-ci, on cherche à fournir la quantité d'air largement suffisante pour comburer *tout* le charbon, tandis que, dans le gazogène, on doit s'assurer d'une *insuffisance* d'air

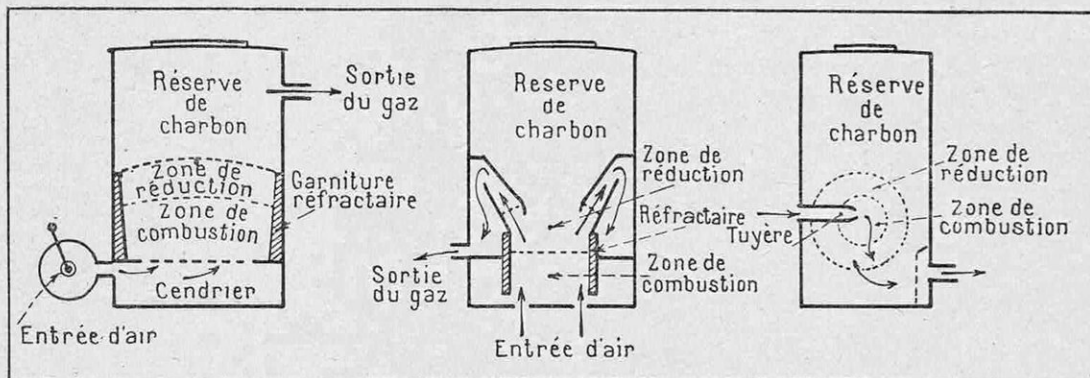


FIG. 1. — COUPES SCHÉMATIQUES DES TROIS TYPES PRINCIPAUX DE GAZOGÈNES

A gauche : gazogène fixe, d'un type qui n'est plus utilisé actuellement dans les modèles transportables, les gaz chauds entraînant les poussières et les produits volatils condensables de la zone de réserve et nécessitant des épurateurs complexes et encombrants. — Au centre : gazogène mobile à combustion directe (Malbay) dans lequel le gaz ne traversant plus la réserve de charbon ne nécessite que des organes d'épuration simplifiés. — A droite : gazogène mobile à combustion inversée et à tuyère centrale (Gohin-Poulenc) ; les produits volatils se dégagent de la masse de combustible de réserve se dissocient dans les zones chaudes de réduction et de combustion.

remède à la crise forestière, ainsi qu'à notre déséquilibre commercial ; mais les remèdes les plus énergiques et les plus salutaires sont quelquefois d'un emploi délicat et, faute d'en connaître et respecter la « manière de s'en servir », ils risquent d'être inopérants et de faire perdre définitivement la foi des « patients » en leur efficacité.

### Le gazogène, usine à gaz explosif

Le gazogène est, en somme, une usine à gaz explosif qui doit opérer, dans ses différentes parties, la gazéification, le refroidissement et l'épuration du gaz produit pour que ce dernier puisse être utilisé avec profit comme carburant.

La transformation d'un charbon en combustible gazeux s'effectue, dans un premier stade, par *combustion* du charbon dans l'air pour former du gaz carbonique ( $CO_2$ ) qui, lui, est incombustible. En faisant passer ensuite le  $CO_2$  sur du charbon au rouge, on

pour que, seule, une petite zone de charbon, se trouvant en face de l'arrivée d'air, puisse donner naissance à du gaz carbonique ( $CO_2$ ). Cette combustion localisée produit une élévation de température qui a pour effet de porter au rouge la zone de charbon voisine, appelée « zone de réduction » (où la combustion ne peut se faire par manque d'oxygène) ; le gaz carbonique ( $CO_2$ ), produit dans la zone de combustion, traverse, sous l'effet de l'aspiration du moteur, cette zone de réduction où il se trouve *réduit* en oxyde de carbone ( $CO$ ).

Cette insuffisance voulue de l'air dans le gazogène a pu faire dire que le gazogène n'est, en somme, qu'un poêle « qui tire mal » : dans un poêle défectueux, en effet, il se produit des émanations d'oxyde de carbone, gaz éminemment nocif, qui est aussi indésirable dans un appareil de chauffage qu'il est recherché dans un gazogène. En tout cas, cette « parenté » doit faire souvenir qu'il est



dangereux d'installer un gazogène dans un local clos, à cause des intoxications dont pourrait être victime le personnel.

En réalité, les réactions chimiques qui se produisent dans un gazogène ne sont pas aussi simples que nous venons de le dire. Les auteurs ne sont d'ailleurs pas tous d'accord sur la succession

chronologique et topographique des phénomènes qui se produisent dans les zones de combustion et de réduction. Les uns estiment que — tout au moins dans certains générateurs — l'insuffisance d'air primaire se trouvant en présence de charbons à haute température a pour effet de produire directement de l'oxyde de carbone, par suite de la transformation instantanée en oxyde de carbone de l'anhydride carbonique ( $CO_2$ ), instable à la température de la zone de combustion. D'autres pensent, au contraire, qu'il se produit d'abord une combustion complète donnant du  $CO_2$  et que celui-ci se réduit ensuite en oxyde de carbone ( $CO$ ) dans la « zone de réduction ».

Indépendamment de cette production de « gaz à l'air », provenant des réactions entre le carbone du combustible et l'oxygène de l'air, il y a lieu d'envisager les combinaisons chimiques qui vont s'effectuer à haute température, entre le carbone et l'eau provenant de l'humidité que contient tout combustible en plus ou moins grande quantité (15 à 20 % pour le bois sec, 4 à 7 % pour le charbon de bois). Aux températures supérieures à 1 000° C, l'eau se dissocie en ses éléments constitutifs, l'hydrogène pouvant s'associer au carbone pour donner des hydrocarbures (méthane et éthylène) ou pouvant rester à l'état d'hydrogène libre, gaz éminem-

ment combustible. Mais cette dissociation de la vapeur d'eau, ainsi que les combinaisons diverses de l'hydrogène avec le carbone, s'effectuent avec d'importantes absorptions de chaleur tendant à refroidir la masse du charbon en combustion. On voit de suite que la quantité d'eau pouvant entrer en pratique dans les réactions

de la vapeur d'eau devra être limitée. En somme, les avantages et inconvénients de la vapeur d'eau dans les gazogènes peuvent se résumer ainsi :

La vapeur d'eau modère la température du foyer, qui risque, sans eau, de s'élever trop, du fait que la partie de carbone en combustion dégage plus de chaleur qu'il n'en faut pour échauffer, d'abord, le combustible et l'air jusqu'à la température d'inflammation, et, ensuite, pour réduire le  $CO_2$  produit en  $CO$ ; en outre, l'hydrogène accroît sensiblement l'inflammabilité du gaz ainsi que son pouvoir calorifique, l'oxygène libéré de  $H_2O$  fournissant d'autre part un comburant non encombré du « lest » d'azote accompagnant l'oxygène fourni par l'air.

Mais le dosage optimum de vapeur d'eau est difficile à obtenir : s'il y a excès

d'eau, le foyer se refroidit trop, et il y a finalement production de gaz carbonique au lieu d'oxyde de carbone.

En dehors de la gazéification du carbone et de la vapeur d'eau se dégagent du combustible, sous l'action de la chaleur, des produits volatils (oxyde de carbone, hydrogène et méthane) qui s'y trouvaient inclus, soit sous forme de composés chimiques peu stables, soit retenus par adsorption ou par absorption dans les pores du charbon. D'après Auclair, la présence de ces matières volatiles

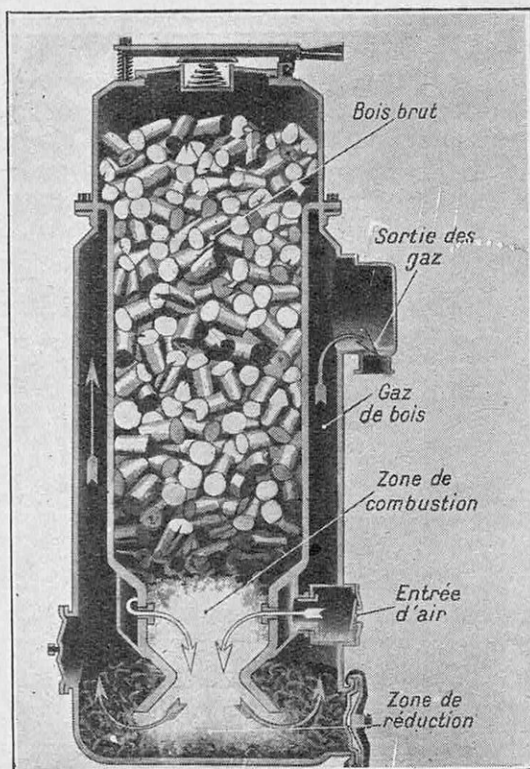


FIG. 2. — COUPE DU GAZOGÈNE A BOIS « BERLIET » A COMBUSTION INVERSÉE

*A la sortie de la zone de réduction, les gaz chauds passent dans une enveloppe entourant la réserve de bois pour abandonner à celui-ci une partie de leurs calories : le gaz commence ainsi à se refroidir, en même temps que le bois parfait sa dessiccation en s'échauffant. De même, l'air, avant d'entrer dans le foyer, parcourt une chambre annulaire entourant le foyer ; il se réchauffe, ce qui améliore le rendement, tout en servant de calorifuge au foyer.*

retarderait les phénomènes de réduction en obstruant au début les pores du combustible et en diminuant ainsi l'étendue des surfaces en contact de l'oxygène et de l'anhydride carbonique avec le charbon. Par contre, ces matières volatiles contribuent à améliorer la qualité du gaz, tant par augmentation du pouvoir calorifique que par leur grande inflammabilité.

L'importance des matières volatiles contenues dans un charbon de bois dépend, en grande partie, de son mode de carbonisation : plus la température de carbonisation aura été élevée, moins le gaz recueilli contiendra évidemment de matières volatiles.

de centrales et, par conséquent, d'une seule installation pour un atelier ou une usine.

### Les difficultés inhérentes aux gazogènes transportables

Tout autre est le problème du gazogène transportable : il s'agit d'abord d'une véritable petite usine par véhicule envisagé. Aussi les difficultés s'accroissent-elles et les griefs qu'on leur adresse sont-ils nombreux : le poids d'un gazogène et de son appareillage diminue d'autant la charge utile transportée ; son volume et celui de la réserve de combustible restreignent également le volume disponible de chargement ; l'entretien et le

Type de gazogène et combustible	Composition du gaz en % de							Pouvoir calorifique en grandes calories par m <sup>3</sup>
	CO <sup>2</sup>	O <sup>2</sup>	CO	H <sup>2</sup>	C <sup>n</sup> H <sup>2n</sup>	CH <sup>4</sup>	Az	
Combustion renversée.— Bois .....	12,13	0,89	19,62	17,02	0,33	0,76	49,40	1321
Combustion horizontale ou ascendante avec injection de vapeur. — Charbon de bois .....	3,70	1,10	29,85	12,89	0,00	0,38	51,95	1300
Combustion renversée, sans injection de vapeur. — Charbon de bois ou aggloméré de charbon de bois .....	1,27	1,31	30,72	5,69	0,00	0,20	61,75	1077

TABLEAU DONNANT LA COMPOSITION DES GAZ A LA SORTIE DU GÉNÉRATEUR

### Quel est le pouvoir calorifique du gaz de gazogène ?

Ramené au kilogramme, le pouvoir calorifique du gaz de gazogène est d'environ 7 000 calories. En comparant ce pouvoir calorifique à celui de l'essence, qui est de 10 000 à 11 000 calories, on a de suite un ordre de grandeur de la perte de puissance normale que devrait subir un moteur à essence sur lequel on adapte un gazogène sans précautions ni corrections appropriées.

Le gaz, sortant du générateur avec la composition qu'indique le tableau ci-dessus, ne peut être utilisé tel qu'il est dans le moteur. Il contient des impuretés et, d'autre part, sa température élevée, appauvrissant la densité, diminuerait le poids de mélange tonnant introduit dans le cylindre.

Nous ne décrivons pas ici les refroidisseurs à grande surface, ni les épurateurs spacieux et perfectionnés qui fonctionnent couramment, et sans aucune défaillance, dans les installations fixes, où l'on n'est limité généralement ni par le poids, ni par la place, ni même par le prix : il s'agit, le plus souvent,

nettoyage du générateur et de ses accessoires demandent un certain temps et exigent des soins particuliers ; le prix d'acquisition et d'adaptation est actuellement trop élevé ; la mise en route est relativement longue ; les reprises sont parfois défectueuses ; la perte de puissance — surtout sur les véhicules à essence « adaptés » pour gazogène — est sensible ; le combustible spécial (bois ou charbon) n'est pas encore d'un ravitaillement aisé, ni d'une garantie toujours suffisante aux points de vue qualité et homogénéité ; enfin, son prix de vente tend à monter de façon exagérée à la moindre demande.

Tels sont les principaux reproches que l'on entend proférer à l'égard des gazogènes. Ils n'ont pas échappé, durant ces dernières années, aux constructeurs de gazogènes, ni aux mécaniciens adaptateurs de « gazos » sur véhicules, ni même aux producteurs de charbon de bois. Et il n'est pas téméraire de dire qu'actuellement on dispose de remèdes pour tous les inconvénients précités. Nous ne passerons en revue, aujourd'hui, que les solutions récentes apportées à la cons-

truction des gazogènes transportables et de leurs accessoires, nous réservant de traiter dans une prochaine étude les questions relatives à l'adaptation des gazogènes sur les moteurs (et des manières de pallier aux pertes de puissance) et à la fabrication de combustibles standard bon marché.

### Comment réduire le poids et l'encombrement du gazogène

Pour que les réactions diverses que nous avons rappelées au début de cette étude

aient le temps de s'effectuer dans le générateur, il faut, pour une température donnée, un volume minimum de combustible en activité formant les zones de combustion et de réduction ; il faut, en outre, une certaine masse de combustible de réserve qui se préparera lentement, par échauffement, dessiccation et commencement de distillation, à alimenter les zones actives.

Pour diminuer à la fois le poids et le volume de l'ensemble, les divers constructeurs se sont ingénies à diminuer l'importance de ces zones actives (de combustion et de réduction), ce qui entraîne la diminution du temps de passage du gaz dans le générateur. D'après Auclair, la durée de contact du gaz avec le charbon, qui, dans les installations fixes, est de l'ordre de 0 s 35, n'est plus que de 0 s 035 dans les gazogènes mobiles. Les moyens employés pour accélérer la combustion et la réduction sont variables : certains constructeurs augmentent le nombre de prises d'air pour attaquer la zone de combustion en plusieurs points de la périphérie ; d'autres — les plus nombreux — ont recours à la tuyère. Le principe de cet appareil, qui n'est, en somme, qu'un injecteur d'air agissant sous l'effet de l'aspiration du moteur, a pour but d'amener

l'air plus ou moins près du centre de la zone de combustion et d'élever en même temps la température de cette zone : les réactions se font ainsi plus rapidement et le volume de la partie active du gazogène peut être sensiblement réduit. Quant au volume de la masse de combustible de réserve, il est fonction du rayon d'action du gazogène entre deux remplissages ; on est donc limité dans sa réduction par cette considération. Disons tout de suite que la véritable solution de ce dilemme semble résider dans l'emploi de comprimés qui

ont une densité environ 4 fois plus grande que celle du charbon ordinaire. On peut envisager, de ce fait, une réduction proportionnelle du volume du gazogène.

En ce qui concerne le poids, — indépendamment de la diminution correspondant à la réduction du volume, — l'emploi des tuyères permet déjà une très sensible amélioration : dans les anciens systèmes, il fallait prévoir autour

du foyer une garniture réfractaire lourde et dont la fragilité apparaît peu compatible avec les secousses de la route. La tuyère agissant près du centre de la zone de combustion et réduisant l'importance de celle-ci, la réserve du charbon forme elle-même calorifugeage, ce qui permet la suppression ou, tout au moins, la diminution de l'importance du réfractaire. Mais une difficulté nouvelle surgit de ce fait : les tuyères, se trouvant soumises elles-mêmes à une température élevée, risquent de fondre, quelle que soit la qualité du métal dont elles sont formées. On pallie à cet inconvénient en entourant la tuyère d'une sorte de chemise que l'on refroidit, soit par circulation d'eau (venant du radiateur), soit par circulation d'un réfrigérant spécial, soit enfin par l'air même entrant

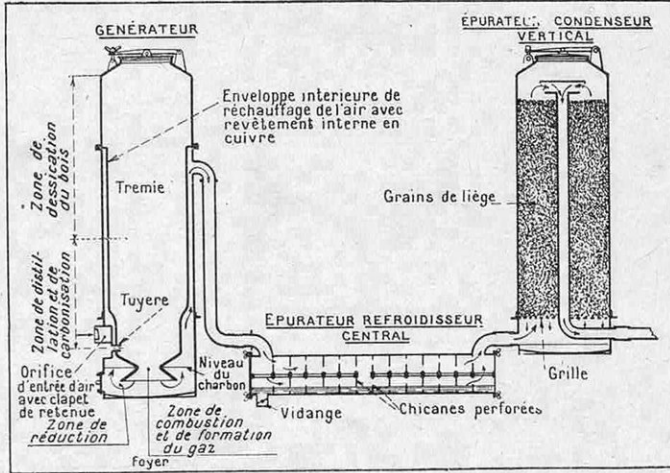


FIG. 3. — GAZOGÈNE A BOIS « IMBERT RENAULT »

Le bois contenant 15 à 20 % d'eau dégage de la vapeur qui se mêle au gaz. L'épurateur refroidisseur a pour but de condenser la majeure partie de cette vapeur d'eau avant le passage à l'épurateur vertical. Les chicanes de l'épurateur central facilitent la condensation. Une porte de vidange permet d'évacuer chaque jour les eaux goudroneuses. La vapeur d'eau non condensée dans ce premier appareil est définitivement arrêtée par les grains de liège de l'épurateur vertical, et l'humidité du liège favorise le dépôt des poussières.

dans le générateur. Une autre solution élégante, tendant à la diminution du poids par suppression de tout ou partie des réfractaires, consiste à injecter de la vapeur d'eau dans le foyer pour limiter l'élévation de température, tout au moins près des parois. On arrive d'ailleurs à un résultat analogue avec l'emploi, dans les gazogènes, du bois « cru » dont la vapeur d'eau agit également par abaissement de température. On peut également refroidir la paroi extérieure en faisant réchauffer l'air par circulation dans une enveloppe intérieure avant son introduction dans le foyer (fig. 2).

### Refroidisseurs et épurateurs

Ces accessoires, complémentaires indispensables du générateur, ont fait l'objet, ces dernières années, de modifications importantes aux points de vue efficacité et réduction de poids et de volume.

Nous n'entreprendrons pas l'histoire des nombreux épurateurs de tous genres

essayés au début de l'emploi des gazogènes mobiles pour arrêter les impuretés de toute nature qui menaçaient la vie des moteurs : scrubber, barboteurs, détendeurs, filtres en queue de cheval, etc. Après de longs tâtonnements, les constructeurs sont arrivés à mettre au point des dispositifs simples et légers donnant actuellement toute sécurité.

Les impuretés peuvent être de deux natures : d'une part, des gaz condensables composés principalement d'acide acétique, d'alcool méthylique, d'eau et de goudrons, et, d'autre part, de la poussière de charbon et des cendres. Les premiers, qui existent surtout dans le bois, — et qui peuvent également se rencontrer dans les charbons insuffisamment carbonisés, — sont particulièrement dangereux pour les moteurs (notamment l'acide acétique et les gou-

drons). C'est le générateur lui-même qui doit les éliminer. Dans les premiers modèles utilisés après-guerre, le gaz chaud produit devait traverser toute la zone de combustible de réserve enfermée dans la trémie pour sortir à la partie supérieure : il en résultait une distillation des produits volatils de cette masse de réserve, qui étaient entraînés, ainsi que les poussières, vers le moteur (fig. 1). Les modèles actuels, dans lesquels le gaz produit par la combustion ne traverse plus cette réserve de charbon, peuvent, en somme, se classer en deux catégories :

1° Les gazogènes à tirage direct ;

2° Les gazogènes à tirage renversé.

Le premier système n'est guère représenté actuellement que par un ou deux gazogènes, dont le fonctionnement est d'ailleurs excellent : l'air arrivant à la partie inférieure traverse d'abord la zone de combustion, puis la zone de réduction située au-dessus ; le charbon contenu dans la trémie

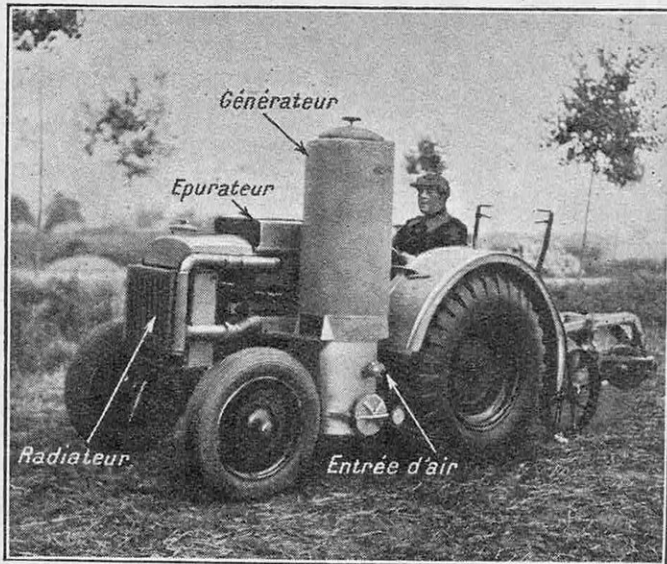


FIG. 4. — TRACTEUR POUR TRAVAUX AGRICOLES ÉQUIPÉ AVEC UN GAZOGÈNE SYSTÈME « LIBAULT »

*L'installation du gazogène ne doit gêner la visibilité ni en avant, ni en arrière, afin de faciliter la surveillance de la charrue. L'épurateur disposé à plat ne gêne pas le conducteur.*

descend à la demande pour alimenter les deux zones précédentes ; mais, entre celles-ci et la partie inférieure de la trémie, qui est conique, un collecteur annulaire reçoit les gaz et les dérive pour les emmener vers le moteur, en évitant ainsi de leur faire traverser le charbon en réserve (fig. 1).

Les gazogènes établis sur le principe du tirage renversé, et qui sont de beaucoup les plus nombreux, reçoivent l'air sur le côté du générateur ; la sortie des gaz se faisant par le bas, la majeure partie de la zone de réduction se trouve donc au-dessous de la zone de combustion, et les produits volatils distillant dans la partie inférieure de la trémie, au-dessus de la zone de combustion, sont obligés, sous l'effet de la dépression venant du moteur, de traverser le foyer : la vapeur d'eau est dissociée en partie, les

goudrons et pyroligneux subissent le phénomène du cracking et donnent des carbures d'hydrogène. On réalise, du même coup, une épuration et un enrichissement du gaz produit.

Le gaz épuré chimiquement doit subir ensuite une épuration physique le débarrassant de la vapeur d'eau qui n'a pas été dissociée, des poussières de charbon et des cendres, éléments nuisibles entraînés dans le courant gazeux (carbonates, phosphates, oxydes de fer et de manganèse, silices).

La vapeur d'eau doit être éliminée la première pour éviter le colmatage des filtres; elle n'existe d'ailleurs en quantité importante que dans les gazogènes fonctionnant au bois. Cette vapeur d'eau se trouve condensée en grande partie dans les refroidisseurs, formés le plus souvent de faisceaux tubulaires refroidis à l'air. On peut également l'éliminer par détente ou par l'emploi d'épurateurs à force centrifuge.

Les refroidisseurs ont, en outre, l'avantage de préparer une meilleure épuration du gaz, qui abandonne d'autant mieux ses poussières qu'il est moins chaud. Le dépoussiérage est actuellement assuré, dans les gazogènes à charbon, par voie sèche : soit par matière épurante (telle que la poussière de liège), soit par détente ou centrifugeage, soit surtout par toiles filtrantes en coton.

Dans les gazogènes à bois, où on ne peut employer les toiles filtrantes de crainte du colmatage, on recourt de préférence aux procédés de filtrage par voie humide : grains de liège mouillés par la vapeur d'eau se condensant, anneaux métalliques de Raschig garnis d'huile ou colonne de coke arrosé (Scrubber).

En outre, la plupart des épurateurs pos-

sèdent à leur sortie une toile métallique dite de « sécurité » (arrêtant les poussières au cas où un filtre, en étoffe par exemple, viendrait à se crever) et empêchant en même temps les retours de flamme éventuels provenant du moteur.

### Comment simplifier l'entretien et le nettoyage du gazogène et des épurateurs

Les manipulations, jugées compliquées et déplaisantes, entrent pour une bonne part dans les critiques élevées à l'adresse des gazogènes. On a fait observer à ce sujet que ces pratiques étaient en opposition avec la tendance actuelle qui prévaut dans l'automobilisme, à savoir le confort et la simplicité des manœuvres. Sans nous arrêter aux questions de confort proprement dites, qui ne présentent qu'un intérêt secondaire pour les véhicules industriels où le gazogène doit tout d'abord étendre son champ d'action, il est in-

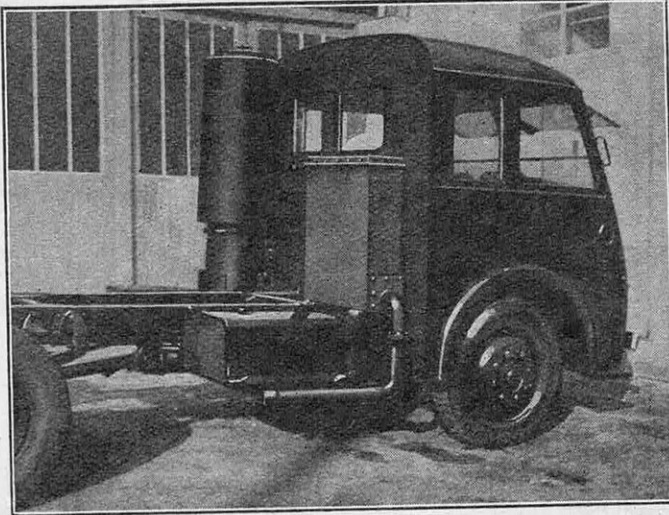


FIG. 5. — CHASSIS DE VÉHICULE POIDS LOURD « RENAULT » ÉQUIPÉ D'UN GAZOGÈNE « DUPUY »

*Ce gazogène possède un fond mobile permettant d'abaisser la couche de cendres et de mâchefers, et de favoriser les reprises en amenant devant la tuyère des couches fraîches de combustible. Cette manœuvre peut s'exécuter facilement en marche, du siège même du conducteur, par l'intermédiaire d'un levier spécial. Ce dispositif permet en outre de diminuer la fréquence des opérations de dégrassage du foyer et de nettoyage du cendrier.*

déniable qu'on a cherché, ces dernières années, à simplifier toutes les opérations : les démarrages par batteries sont devenus la règle ; on dispose de changements de vitesse synchronisés pour éviter la manœuvre, peu fatigante cependant, du double débrayage ; on recherche même le changement de vitesse progressif et automatique, etc. Et voici qu'apparaît le gazogène qui engendre une série nouvelle de complications ? N'exagérons rien. D'ailleurs, les constructeurs se sont ingénies, ces derniers temps, à simplifier les opérations. Qu'y a-t-il à faire en somme ? Enlever les cendres et mâchefers du générateur et nettoyer les filtres. La première opération se fait facilement et rapidement dans les appareils modernes. Il suffit, le soir, en rentrant,

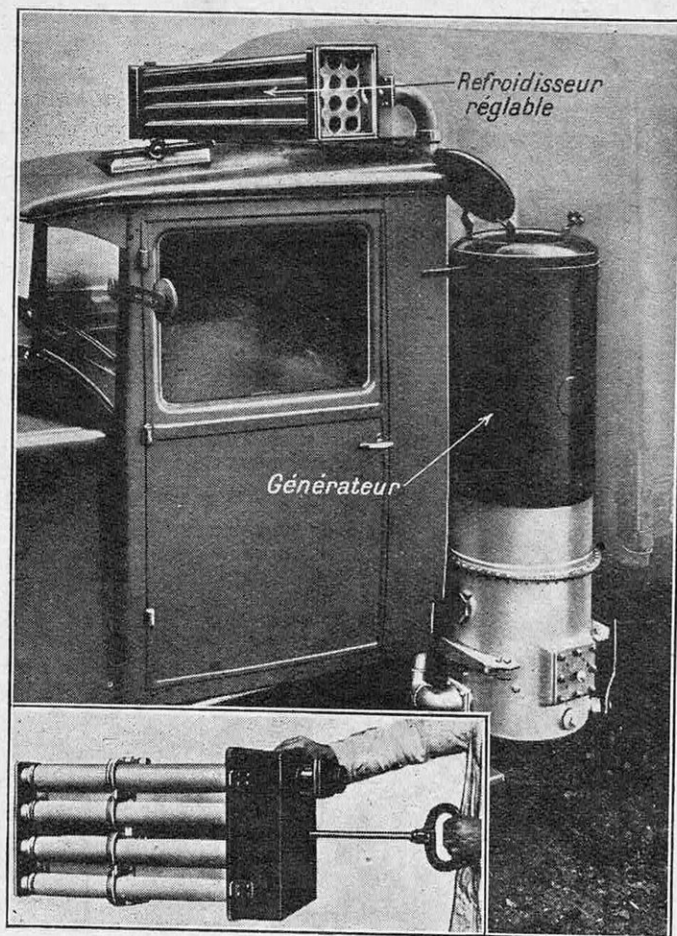


FIG. 6. — GAZOGÈNE « SABATIER-DECAUVILLE » MONTÉ SUR CAMION

*En cartouche, l'épuration.*

d'ouvrir une porte de cendrier, ou même d'agir simplement sur un levier commandant la sole oscillante ou tournante pour évacuer les cendres. Citons, à ce sujet, le nouveau dispositif du gazogène « Dupuy », dont le fond mobile peut descendre en pleine marche sous la commande d'un levier actionné du siège, pour abaisser le niveau des cendres et mâchefers, et permettre ainsi un nettoyage moins fréquent du cendrier. D'autre part, une chemise d'eau entourant la chambre de combustion abaisse la température de celle-ci et empêche, de ce fait, le mâchefer d'y adhérer intérieurement. On simplifie ainsi beaucoup le décrassage du foyer et on espace en même temps

les opérations de déchargement.

Quant aux épurateurs, leur nettoyage peut être réduit à quelques manœuvres très simples ; citons, par exemple, les filtres du gazogène « Sabatier-Decauville » : ils sont constitués par une série de toiles filtrantes de forme cylindrique dont chacune est entourée d'une brosse annulaire. Toutes ces brosses sont réunies sur un même support qu'une tige permet d'actionner de l'extérieur (fig. 7).

Toutefois, s'il faut bien admettre que le chargement, l'allumage, l'entretien et la conduite d'un moteur à gazogène sont plus compliqués que les mêmes opérations relatives aux moteurs à essence, il y a, à l'actif du gazogène, une grosse simplification : elle réside dans la suppression du carburateur, instrument compliqué s'il en est, avec ses gicleurs, ses compensateurs, son flotteur, etc. Le carburateur est remplacé, dans les gazogènes, par un mélangeur, simple boisseau à trois ouvertures réglées par deux volets commandant, l'un, l'arrivée de l'air secondaire, l'autre,

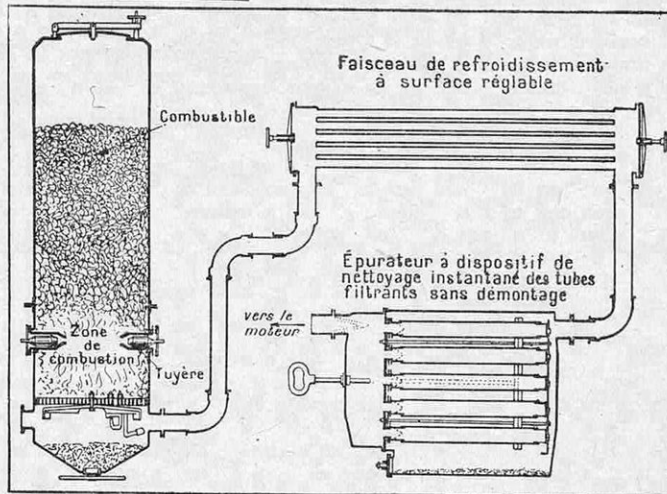


FIG. 7. — SCHÉMA DU GAZOGÈNE A CHARBON DE BOIS « SABATIER-DECAUVILLE »

A gauche, le générateur du type à combustion inversée. L'air froid parcourt d'abord une canalisation annulaire entourant la partie centrale de la tuyère formant injecteur. Ce dispositif évite la fusion de la tuyère et introduit de l'air chaud dans la zone de combustion. La sortie du gaz se fait à une certaine distance au-dessus du fond, de manière à ne pas être gênée par les cendres et le mâchefer qu'une porte de vidange permet d'évacuer.

le papillon des gaz (en liaison avec la pédale de l'accélérateur).

En résumé, si les opérations d'entretien et de nettoyage sont un peu contraires au goût de simplicité qui semble être une des notes dominantes des derniers Salons de l'Automobile, il faut penser que des révolutions, dans l'ordre économique, comme celle résultant, en principe, de la substitution de carburants liquides coûteux et... exotiques

tilateur à main amorçant la combustion et où une allumette enflammée, placée devant un robinet de dérivation du gaz, indiquait que celui-ci était « bon ». Nombreux sont actuellement les systèmes automatiques assurant la mise à feu rapide (surtout grâce aux tuyères) : batteries d'accus actionnant le ventilateur, allumeur automatique (Moreau), démarreur provoquant le tirage par aspiration à vide du moteur, ou, plus sim-

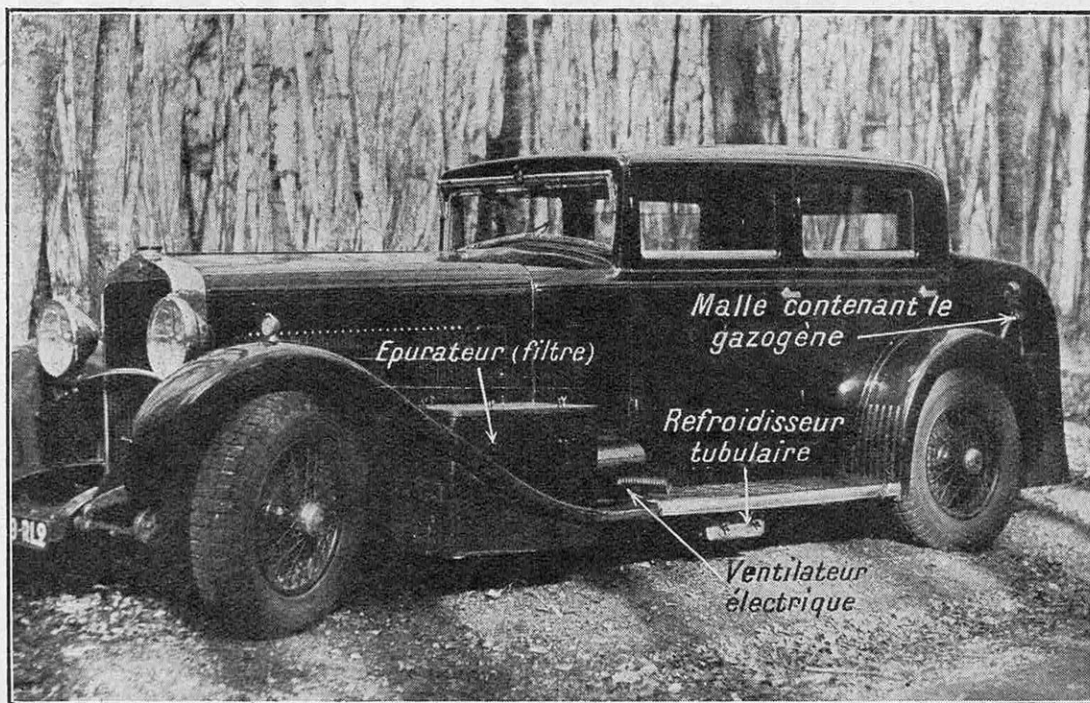


FIG. 8. — VOITURE DELAGE « D-8 », MODÈLE 1931, ÉQUIPÉE D'UN GAZOGÈNE « MALBAY »  
On peut équiper avec intérêt d'un gazogène les voitures de tourisme d'occasion de grosse puissance, actuellement sans grande valeur à cause de leur forte consommation d'essence. On a ainsi à bon compte des voitures de grand tourisme de consommation insignifiante. C'est le cas de la voiture représentée ci-dessus, dont la vitesse en palier atteint 115 km/h, et qui a effectué le trajet Paris-Strasbourg à 75 km/h de moyenne et Strasbourg-Haguenau et retour à 85 km/h.

par un carburant bon marché et national, ne s'effectuent pas sans quelques petits inconvénients. Mais ce dont il faut se rendre compte surtout, c'est que le conducteur salarié, qui n'a pas les mêmes raisons que le patron de sacrifier la simplicité d'entretien à l'économie, est un des principaux obstacles à l'extension du gazogène. Un système judicieux de primes le faisant participer aux économies réalisées est, dans ce cas, un des meilleurs avocats de la cause gazogène.

### Comment faire partir rapidement le moteur sur le gaz ?

Le temps n'est plus où l'on voyait le conducteur tourner cinq bonnes minutes un ven-

plement encore, départ du moteur à l'essence et passage progressif au gaz. Ce n'est plus qu'une question de quelques minutes, voire même de fractions de minute dans certains systèmes, pour partir sur le gaz.

### Comment améliorer la régularité de marche et les reprises ?

Il est un reproche mérité qu'on a souvent adressé au gazogène : c'est que, dans certains d'entre eux, la qualité du gaz variant pour différentes raisons (siccités différentes suivant les morceaux, créations de voûtes, natures de bois ou de charbon différentes), l'arrivée d'air secondaire au mélangeur était à régler à chaque instant. C'est là que

le facteur « conducteur » apparaissait. Mais, même avec un conducteur averti, on reprochait au gazogène de mal aborder une côte faisant suite à une descente. Pendant la durée de cette dernière, le moteur ne tirant plus, la combustion ralentit et la quantité ainsi que la qualité de gaz produites diminuent. En attaquant la côte, il ne se trouve plus, dans le générateur et dans les canalisations, de réserves de bon gaz suffisantes pour répondre instantanément à l'appel du moteur. Celui-ci boude quelques secondes, pour ne retrouver son régime normal que peu après. Il existe maintenant plusieurs pro-

reste ainsi proportionnel à la quantité d'air primaire. On supprime donc le réglage à la main, qui était nécessité par la variation de qualité du gaz produit pendant le ralenti, et on peut compter sur de bonnes reprises.

### Comment réduire le prix du gazogène ?

Le dernier reproche auquel nous arrêterons dans la présente étude est le prix relativement élevé du gazogène et de ses accessoires. Nombre d'usagers hésitent devant une mise de fonds dont l'amortissement reculera la récupération de l'économie réalisée sur le prix des carburants liquides.

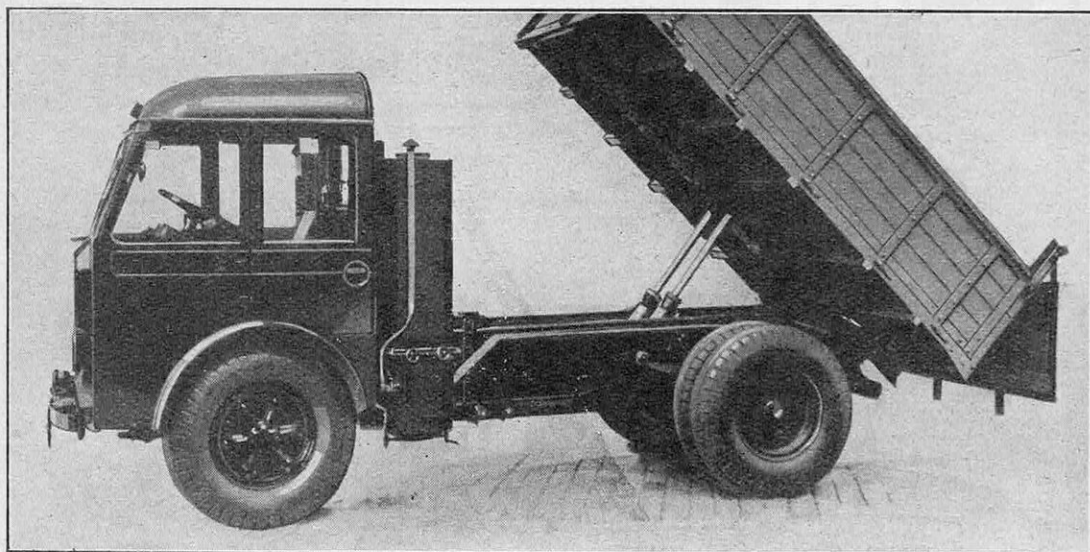


FIG. 9. — VÉHICULE ÉQUIPÉ AVEC GAZOGÈNE « GOHIN-POULENC » PERMETTANT DE RÉALISER UNE ÉCONOMIE DE CONSOMMATION POUVANT ATTEINDRE 75 % SUR LE VÉHICULE A ESSENCE

cedés pour parer à cet inconvénient. Citons le dernier venu parmi eux, monté sur un des types de gazogènes dont nous avons déjà parlé précédemment : la pédale d'accélération commande, par une transmission appropriée, un volet placé sur l'arrivée de l'air primaire au générateur ; pendant les ralentis, ce volet obturant en partie l'orifice d'entrée d'air, il en résulte que, si le débit de cet air se trouve diminué, par contre sa vitesse garde sensiblement la même valeur qu'en marche normale ; la zone de combustion se trouve donc réduite, mais sa température est maintenue élevée et la qualité du gaz reste constamment la même. En appuyant à nouveau sur l'accélérateur, lors d'une reprise, l'air arrive en plus grande quantité et pénètre dans un foyer maintenu actif en son noyau central. La pédale d'accélérateur commande en même temps, et de la même manière, l'arrivée de l'air secondaire, qui

Au surplus, ils s'étonnent que la construction de ces quelques appareils d'apparente simplicité puisse représenter une somme aussi importante. L'explication en est que nous sommes actuellement dans un cercle vicieux : on n'achète pas beaucoup de gazogènes parce qu'ils sont chers, mais ils sont chers parce qu'on n'en achète pas beaucoup, et que, de ce fait, ils ne peuvent être construits en séries assez importantes : l'amortissement des délicats et lourds travaux d'études et de mise au point, la constitution d'un matériel spécial de fabrication et le paiement des brevets pèsent, pour cette raison, très lourdement sur le prix de revient des premiers modèles.

Mais si, grâce à l'aide des Pouvoirs publics, le gazogène tend à se généraliser, le prix de revient et, par suite, le prix de vente peuvent et doivent baisser considérablement.

TONY BALLU.



## PRENONS L'ÉCOUTE

### LES FLOTTES DE COMBAT ET LES VEDETTES-TORPILLEURS A MOTEUR

*La Science et la Vie* a déjà entretenu ses lecteurs de certains nouveaux types de bâtiments (1) de combat plus ou moins récemment adoptés par différentes marines militaires. Parmi ceux-ci figurent de « petits navires » qui, sous la dénomination de vedettes-torpilleurs, vedettes porte-mines, sont destinés à accomplir des missions bien déterminées contre les unités (de plus ou moins gros tonnage) des flottes adverses. Ces « instruments » de combat présentent, entre autres avantages, celui d'être animés d'une grande vitesse (de 45 à 55 nœuds), de se construire rapidement et économiquement, et de constituer enfin des engins destructeurs puissants possédant par excellence des qualités offensives fort appréciables (surprise, invulnérabilité, équipage d'élite et réduit, etc.). De telles armes aux mains de marins audacieux peuvent donc être particulièrement redoutables pour l'ennemi. La France, l'Italie, l'Angleterre ont envisagé l'emploi de ces bâtiments minuscules (montés par quatre ou cinq hommes), soit pour la défense des côtes, soit pour les raids dans les ports ennemis, soit aussi pour attaquer au mouillage les unités même les mieux défendues (par les torpilleurs, filets, mines, etc.). Ils sont, en effet, essentiellement mobiles, peu vulnérables au tir étant très petits. Déjà, au cours de la guerre de 1914-1918, des « vedettes » de ce genre, mais moins perfectionnées, avaient été utilisées avec profit (*Coastal Motor-boats* anglais, *Mas* italiens). L'Amirauté française a repris, comme l'on sait, des expériences en vue de doter notre marine de vedettes analogues à celles des autres flottes modernes. Des prototypes de 15 et 17 m furent même commandés à certains chantiers britanniques spécialisés dans ce genre de construction navale (Volper, Thornycroft), en dehors d'autres modèles confiés à l'industrie française.

Les tranches du programme naval de 1937 et de 1938 comprennent quelques vedettes-torpilleurs dont les caractéristiques sont encore imprécises. Pendant ce temps, constructeurs britanniques et italiens exécutent *en série* des vedettes atteignant jusqu'à 20 m, achevées en moins de six mois ! D'ores et déjà, on peut retenir que les vedettes anglaises ou italiennes, récemment mises au point, approchent du type de 18 m de longueur, sur 5 m de largeur, propulsées par 2 000 ch (ce qui est énorme pour leur tonnage) et puissamment armées, en dépit de ce faible tonnage (25 tonnes environ), de deux torpilles. Ces bateaux sont robustes, à forme d'hydroglisseur (tirant d'eau minime) et peuvent atteindre la vitesse (fantastique sur mer) de 55 nœuds (soit 104 km/h). Même par gros temps, ils filent quelque 40 nœuds, ce qui démontre suffisamment la valeur de leurs qualités nautiques. On conçoit dès lors que de tels engins soient essentiellement destinés à l'offensive.

L'Amirauté britannique aurait, paraît-il, commandé un grand nombre de bâtiments analogues (constructeurs Thornycroft, Volper, etc.) dès 1936-1937. Suivant des informations de bonne source, la marine allemande aurait également établi des vedettes de ce type, mais plus grandes (leur tonnage atteindrait 90 t), puissamment

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 243, page 210, et n° 251, page 363.

armées et, bien entendu, très rapides (*Motortorpedoboten*). Tous ces petits bâtiments à moteurs sont maintenant capables de naviguer en haute mer (à plusieurs centaines de milles des côtes) et d'aller porter ainsi la destruction dans les escadres adverses. Mettant à profit le dispositif de protection par fumées artificielles, ils peuvent, grâce à leur remarquable vitesse, attaquer par surprise et lancer ainsi leurs torpilles avec le plus de chance de succès et de fuite au plus vite. Ils peuvent évidemment « manœuvrer » en liaison avec les appareils aéromaritimes qui guident ainsi leur course avec plus de précision pour aller droit au but et signaler... les obstacles. Le « captain John Frog », spécialiste des questions navales, a très justement insisté sur les résultats qu'on peut attendre, dans les opérations navales, de ces « moustiques de la mer » en liaison avec les « moustiques de l'air » pour agir contre les bâtiments de surface de l'ennemi. Déjà, des flottilles légères évoluent dans Spithead devant des commissions compétentes ; celles-ci seraient de plus en plus convaincues des services que peuvent rendre les nouvelles vedettes-torpilleurs à moteurs ; ces services seraient comparables, jusqu'à un certain point, à ceux que doivent assumer contre-torpilleurs (destroyers) ou même petits croiseurs. Le spécialiste précédemment cité affirme que certains chantiers ont déjà en voie d'achèvement en 1938, ou en construction, plus de 100 petites unités dont la plupart de 15 tonnes, de 0 m 76 de tirant d'eau et longues d'un peu plus de 18 m, propulsées par trois moteurs « marins » d'une puissance totale de 1 500 ch au minimum. Quant à leur armement, il comporte 2 tubes lance-torpilles, 2 mitrailleuses. Leur équipage est composé d'un commandant et de six matelots spécialistes. Aux essais, leur vitesse aurait dépassé 50 nœuds et, de plus, elles peuvent « sortir » par tous les temps ! Un autre modèle, actuellement étudié par une autre firme britannique, présente les caractéristiques suivantes : moins de 17 m de longueur, mais propulsion par 2 000 ch, puissance qui aurait permis d'atteindre 55 nœuds ! Ce qui est également à noter, ce sont les deux torpilles qui les arment, car elles sont du calibre de 533 mm (contre 450 mm pour la plupart des torpilles courantes). Au prix de livraison consenti à l'Amirauté, on peut calculer qu'une douzaine de vedettes, portant 24 torpilles, coûtent moins cher qu'un contre-torpilleur de 1 400 t. L'Italie, de son côté, poursuit un programme similaire ; elle aurait adopté un moteur-nain de 1 000 ch robuste et particulièrement économique pour équiper ses vedettes-torpilleurs, destinées évidemment à sa défense côtière comme aux opérations dans les mers étroites.

### L'AVENIR DE L'HYDRAVIATION « CATAPULTÉE »

Le moteur à huile lourde, qui équipe un grand nombre d'appareils de l'aéronautique allemande (militaire et marchande), vient de conquérir une nouvelle performance avec le record du *Dornier Do.-18* (qui a battu de près de 1 500 km le record détenu par l'appareil italien) sur la distance parcourue d'un seul coup d'aile d'Angleterre au Brésil en 40 heures environ. Cet hydravion a été *catapulté* au départ : il a ensuite parcouru près de 8 600 km alors que le plus long raid de distance enregistré à ce jour dépassait à peine 7 000 km (7 021 km officiellement). Les deux moteurs Junkers (« Jumo-205 ») ont ainsi permis à un hydravion pesant plus de 10 t de réaliser le maximum d'autonomie obtenue à ce jour, et cela à la moyenne honorable de quelque 210 km/h. On sait, en effet, qu'avec le moteur à combustion interne à injection de combustible liquide (diesel oil), la consommation permet, à poids égal de combustible « huile lourde » emporté par rapport au poids d'essence, d'accroître notablement le rayon d'action. Par contre, un moteur genre Diesel ne peut fournir au moment de l'effort demandé (décollage) la surpuissance que donne le moteur à explosions à carburation à essence légère. C'est pour cette raison du reste que l'hydravion à huile lourde a été « catapulté » à partir des côtes anglaises, ce qui lui a permis de n'exiger qu'une puissance réduite de 1 400 ch seulement (c'est peu par rapport aux gros hydravions de plus de 2 000 ch (italien) et de près de 4 000 ch (français).

De semblables résultats sont plus probants, puisque l'appareil allemand *Do.-18* a été beaucoup plus loin en consommant 180 g par cheval, ce qui est remarquable en ce qui concerne la « sobriété » de ces nouveaux moteurs « Ju.-205 » encore améliorés. Répétons cependant que cet hydravion *catapulté* disposait de conditions avantageuses, puisqu'il pouvait, par suite, mettre à profit une surface plus réduite et être ainsi plus chargé au m<sup>2</sup>. L'emploi de catapultes permettrait donc aux aviateurs d'envisager l'application de formules nouvelles de construction des cellules, en tenant compte de telles considérations et de semblables expériences : il se pourrait donc que nous assistions à un développement du « catapultage » des machines volantes. Quoi qu'il en soit, en se maintenant dans les limites de la formule actuelle (c'est-à-dire sans catapulte et sans modification des marges de sécurité), on peut prévoir, pour cette année même, des essais d'hydravions réalisant une autonomie de l'ordre de 10 000 km. Ainsi le *Cams-161*, destiné au trafic commercial transatlantique-nord, est du nombre ; il est à présumer que, d'ici la fin de 1938, l'aéronautique étrangère nous présentera certains prototypes qui pulvériseront aisément le dernier record de distance de 8 500 km de l'hydravion récemment catapulté par l'aéronautique allemande.

### CAOUTCHOUC, MATIÈRE PREMIÈRE STRATÉGIQUE, ET SYNTHÈSE CHIMIQUE

Nous avons exposé ici même, à plusieurs reprises, comment la possession par certaines nations de matières premières dites « stratégiques » (1) pouvait avoir une importance déterminante sur le potentiel militaire des nations, en cas de conflit armé. Ainsi le caoutchouc est appelé à jouer, à ce point de vue, un rôle de premier plan. Or la Grande-Bretagne et les Pays-Bas contrôlent, à eux seuls, près de 95 % de la production mondiale des plantations de caoutchouc réparties dans les régions tropicales. La Malaisie britannique, à elle seule, fournit 44 % et les Indes néerlandaises 37 % environ. Puis viennent les cultures de Ceylan (9 %), de Bornéo (2,8 %), à l'Angleterre ; de l'Indochine (2,7 %), à la France ; l'Inde méridionale et la Birmanie (2,5 %), Brésil et divers (1,7 %). On conçoit, dès lors, après examen de cet inventaire, que de grands pays, comme l'Allemagne, l'Italie (sans oublier le Japon, et l'Extrême-Orient), s'efforcent de fabriquer, par voie de synthèse, une partie de la gomme dont elles ont un impérieux besoin (2). Avant la mise au point de l'obtention du caoutchouc artificiel, ces pays dépendaient totalement des importations étrangères en caoutchouc de plantation. Or, si une nouvelle guerre éclatait en Europe, ou ailleurs, on doit se demander si le gros fournisseur de gomme qu'est la Hollande, par exemple, continuerait à approvisionner l'Allemagne engagée dans un conflit armé international. Le caoutchouc produit par l'Amérique de Sud (Brésil notamment) pourrait alors jouer un rôle économique d'une importance primordiale pour le Reich, surtout si les exploitants d'outre-mer intensifiaient leur production. Et, même dans ce cas, la liberté des mers autoriserait-elle le ravitaillement en Europe à travers des flottes anglo-saxonnes qui contrôlèrent la plupart des routes océaniques du globe ? C'est cet angoissant problème des transports maritimes (avec le plus de sécurité possible pour atteindre les ports européens) qui se pose déjà ainsi pour le naphthé, autre matière première stratégique *essentielle*. Avec l'essor prodigieux de la marine militaire britannique, en plein développement, on peut être persuadé que la maîtrise des mers ne lui échappera pas et que les grands marchés anglais de caoutchouc d'Asie et d'Amérique (Malacca, Colombo, Singapour) continueront à exporter la gomme naturelle vers les grands centres de transformation de l'ancien continent. Quant à la synthèse chimique, qui déjà sait préparer industriellement différents produits artificiels se rapprochant du caoutchouc naturel, il est probable qu'en cas de conflit la fabrication du caoutchouc synthétique serait poussée au maxi-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 234, page 486. — (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 227, page 414.

mun dans les usines actuellement construites et celles en voie d'établissement, qui seront appelées à sauver la situation en temps de guerre. Il existe déjà, sur le marché intérieur allemand, d'excellents produits de remplacement de la gomme qui ont fait leur preuve pratiquement (tel le « Buna ») et qui sont déjà utilisés en Allemagne pour différentes applications (y compris l'automobile). Par contre, leur prix de revient est encore élevé. Mais, en cas de défense nationale, cette considération apparaît comme secondaire quand il s'agit du sort d'une nation ! Il est évident que l'Angleterre et la France sont, au contraire, particulièrement favorisées, car elles disposent de la matière première naturelle en abondance, ce qui leur coûte moins cher et évite d'avoir recours à des procédés synthétiques onéreux et compliqués, qui exigent des installations considérables, longues et minutieuses à mettre au point, nécessitant des investissements énormes ; c'est, du reste, le cas de tout appareillage de synthèse chimique appliquée à l'industrie. Quoi qu'il en soit, les pays dépourvus de produit naturel sont donc contraints de prévoir des installations pour s'affranchir le plus possible des nations détentrices de la précieuse gomme. Le Reich et l'Italie sont, à ce point de vue, aux prises avec les mêmes problèmes, particulièrement difficiles à résoudre pratiquement et économiquement.

### **L'ÉCONOMIE INDUSTRIELLE DANS LE MONDE ET LA PRODUCTION DES « PAYS NEUFS »**

Nous suivons attentivement les remarquables publications de l'Institut allemand de la Conjoncture, office le mieux organisé qui soit actuellement en Europe pour suivre l'évolution de la production industrielle dans les principaux pays du monde. Les conclusions de ces recherches, d'un réel intérêt au point de vue pratique, doivent donc être méditées par les dirigeants et les économistes de toutes les nations. C'est ainsi que nous constatons que le III<sup>e</sup> Reich a pris progressivement une part de plus en plus prépondérante dans la production mondiale (industrie) au cours de l'année 1937. Elle représenterait, en effet, un accroissement de 25 % par rapport à l'année 1929 (indice 100). Les Etats-Unis, pendant la même période (1929-1937), n'arrivent qu'à l'indice 94. Quant à l'ensemble de la production industrielle dans le monde, elle s'est sensiblement élevée depuis 1929 (indice 100), puisqu'elle atteint en 1937 l'indice 115, après avoir enregistré l'indice 109 en 1926 et 95 en 1935. Le plus bas indice calculé a été de 69 en 1932. Parmi les autres pays qui, après l'Allemagne, ont le plus accentué la production dans les industries métallurgiques et mécaniques, il faut citer : la Hongrie, la Roumanie, la Bulgarie, la Yougoslavie qui, antérieurement, étaient surtout des régions à structure plus agricole qu'industrielle. Dans le Nord de l'Europe, une même tendance s'est manifestée, notamment au Danemark, en Suède, en Finlande. A ce propos, il faut rappeler ici que les nouveaux pays orientés, depuis la Grande Guerre, vers une économie industrielle sont, en effet, la Suède, l'Esthonie, la Finlande, la Grèce. Il serait fastidieux de reproduire toutes ces précieuses indications que renferme la documentation recueillie par l'Institut de Berlin et qui intéresse de nombreux lecteurs en dehors des spécialistes. Il est, par contre, indispensable de retenir qu'un grand nombre de nations avaient pu rétablir, à la fin de 1937, le niveau de la production atteint lors de la période 1928-29. Un certain nombre d'entre elles l'ont même dépassé. Seules (en examinant les résultats pour l'ensemble de toutes les nations), la Hollande, la France et la Pologne font exception à cette orientation dirigée vers un relèvement continu de l'activité productrice mondiale.

En analysant ces imposants travaux documentaires, il est curieux de noter également que, parmi ces nouveaux pays, nés à l'industrie, la Grèce entre autres, a su réaliser, en moins de sept années, un accroissement considérable de l'ordre de 30 % environ, car, en 1929, les pays cités précédemment n'avaient pas encore développé ni créé certaines fabrications mécaniques d'une réelle importance.

En dehors de l'Europe, signalons enfin que le Japon, lui aussi, s'est rapidement industrialisé (indice 100 en 1929 ; fin 1927, indice 295). Ses ateliers de construction mécanique récemment construits sont pour beaucoup dans une telle augmentation, mais cette tranche de l'activité industrielle nipponne n'atteint pas cependant un septième de la production mécanique de l'Allemagne. Le Reich avec l'U. S. A. sont, en effet, les plus grands fournisseurs de machines et outillage du monde entier, sans oublier l'Angleterre : à elles trois, ces nations exportent à travers le globe environ les quatre cinquièmes de la consommation mondiale. De tels renseignements sont précieux pour apprécier la part de chacun dans les échanges internationaux et comprendre comment (par suite de la formation de ces pays neufs industrialisés), certains marchés ont été fermés ou restreints aux grandes nations jadis si prospères et dont quelques-unes possédaient de véritables monopoles de fait pour de nombreuses industries.

### L'ANSCHLUSS ET LES PÉTROLES ROUMAINS

Le problème de l'approvisionnement de l'Allemagne en pétrole naturel prend un aspect nouveau depuis que le Reich a incorporé l'Autriche dans son économie. Non seulement ce pays renferme des gisements de naphte dont l'extraction représente actuellement une moyenne de 33 000 t par an (en 1937), — d'après la déclaration du chancelier Schuschnig en 1938, avant l'Anschluss, — mais encore les territoires pétrolifères de la Roumanie sont à peine à 300 km à vol d'avion des frontières allemandes en passant par-dessus la Hongrie. M. S. Beracha s'est demandé à ce propos, dans un article récent, si la principale voie d'exportation des produits roumains (Constanza-Danube) ne sera pas modifiée par la politique germanique pour des raisons d'ordre stratégique. Il s'agirait, en effet, de faire remonter désormais le cours du Danube au trafic roumain du pétrole. Une fois aplani le désaccord antérieur au sujet du règlement en devises des importations de naphte en provenance de Roumanie, il est probable que la politique des autorités d'Empire consistera alors à rétablir non seulement les achats en tonnage des années précédant 1935, mais encore à les accroître notablement, aussi bien pour les besoins de l'Allemagne que de l'Autriche (dont la Roumanie était fournisseur de pétrole). Les conflits douaniers avec ces deux pays une fois réglés, le pétrole roumain jouera donc un rôle prépondérant dans les approvisionnements de la « Grande Allemagne » même en temps normal, mais surtout en cas de guerre. Il est donc intéressant de suivre l'évolution des relations et tractations commerciales du Reich avec la Roumanie, qui visent à y instaurer la suprématie germanique du point de vue économique. Avant le 13 mars 1938 (date officielle de l'Anschluss), l'Allemagne importait, bon an mal an, 4 300 000 t de produits pétroliers (dont la moitié fournie par l'Amérique). Elle devait donc se préoccuper avant tout de la liberté des mers pour son ravitaillement (car les flottes adverses en exerceraient sans doute la maîtrise). Mais le voisinage des puits roumains, depuis la nouvelle formation des empires centraux, peut y suppléer dans une large mesure. Voilà l'une des conséquences de l'Anschluss qui est à méditer. Elle n'est pas en effet sans importance du point de vue des approvisionnements en matières stratégiques (naphte) des armées motorisées en campagne d'après le plan de l'Etat-Major du III<sup>e</sup> Reich.

### LES GRANDES NATIONS DÉTENTRICES D'OR

En 1931, le stock d'or en France atteignait 6 000 t environ ; à la fin de 1937, il ne dépassait pas 2 407 t ! La presse financière anglaise rappelle qu'en 1934 la réserve mondiale en métal précieux pouvait être évaluée à 19 000 t, et qu'en 1938, elle devait être maintenant de l'ordre de 23 000 t. Si, d'autre part, on calcule en « or » les dettes des trois grandes puissances les plus riches en métal (Etats-Unis, Grande-Bretagne, France), on obtient respectivement (environ) 30 000 t, 20 000 t, 15 000 t, soit au total 65 000 t (approximativement), pour ne citer ici que les dettes nationales des

trois grands États les plus riches en lingots ou monnaies d'or. Jusqu'à nouvel ordre, ce sont ces réserves métalliques qui sont génératrices de crédits et de circulation fiduciaire de beaucoup supérieurs au montant du gage métal.

La « rotation » des crédits et des capitaux est évidemment d'autant plus rapide que l'activité économique est plus grande. Par contre, ce n'est pas l'intensification de la production du métal précieux qui influera sur sa valeur, mais bien le « sort » que lui réservent les différents systèmes monétaires du monde, soit qu'il soit utilisé officiellement comme « gold standard », soit qu'au contraire il ne soit plus considéré comme « étalon monétaire ». Et cependant l'Angleterre, qui a abandonné, dès 1931, le « gold standard », n'a pas cessé de chercher à accroître ses ressources en or métal. En effet, en poids, il représente près de trois fois en 1937, ce qu'il était en 1931. La grandeur de la réserve d'or n'est donc pas un facteur essentiel pour l'établissement du « gold standard » ; c'est seul l'équilibre financier d'une nation qui conditionne essentiellement la valeur d'une monnaie. Celle-ci peut être, en effet, « solide » avec une réserve d'or relativement faible. On peut dire qu'actuellement l'or sert surtout à « solder » les balances des comptes (paiements à l'étranger) ; il constitue ainsi un élément de stabilité du change ; c'est aussi un élément qui influe sur le crédit et la circulation des billets. Jusqu'à preuve du contraire, l'or demeure donc un « moyen » commode au service d'une monnaie nationale, pour la fixation des prix, pour — en un mot — « rectifier » certaines tendances nuisibles à l'équilibre économique en provenance de l'étranger et si, toutefois, la liberté des échanges n'est pas contre-carrée par des mesures autarciques, comme en Allemagne, en Italie, pour ne citer ici que ces grandes nations européennes. En ce qui concerne le Reich, le « rattachement » de l'Autriche à la « communauté » germanique vient de lui apporter l'encaisse or de la Banque Nationale autrichienne, qui disposait, en mars 1938, de 40 500 kg. Ce stock important, en s'ajoutant à celui particulièrement faible de la Reichsbank (soit 25 450 kg), portera le tonnage d'or métal au total à environ 66 tonnes. Quant aux devises appréciées (livre et dollar), les autorités d'Empire disposeront également de celles détenues par l'ancienne Autriche (5 millions de *marks* en devises détenues en Allemagne et 17 millions de *schillings*). Le schilling correspondait à 166 mg 67 d'or fin, le mark étant officiellement calculé sur 358 mg 42 d'or fin.

### A QUAND LES VOITURES NEUVES LIVRÉES AVEC MOTEUR TOUT « RODÉ » ?

On sait que pendant la période de rodage des moteurs de voitures neuves, un manque de précaution peut aboutir à des résultats fâcheux et provoquer de graves inconvénients. C'est pourquoi des techniciens, en Allemagne, ont cherché à réduire la durée de cette opération qui limite la vitesse (au-dessous de 50 km/h) pendant des centaines de km (de 1 000 à 1 500 suivant les constructeurs). Après une série d'essais méthodiquement poursuivis sur les autostrades allemandes, on serait arrivé à des conclusions d'un réel intérêt pratique. Ainsi sur 2 000 km de parcours, en vingt-quatre heures environ, à une vitesse de 80 km/h (l'huile de graissage ayant été changée après le deuxième et le cinquième tour de piste), les automobiles en expérience purent alors réaliser une vitesse en pointe de 88 km/h.

Les températures régulièrement contrôlées au cours de ces essais (huile, eau) ne révélèrent rien d'anormal, et un examen méthodique des moteurs une fois démontés permit de constater que les différents organes étaient en parfait état (l'usure n'ayant pas dépassé pour les alésages 1/100 de mm par 1 000 km). Ce nouveau procédé de rodage à grande vitesse doit être utilisé avec des huiles spécialement préparées à cet effet. S'il était adopté par les constructeurs, il permettrait donc de fournir à la clientèle des moteurs suffisamment rodés et de supprimer ainsi les fastidieuses recommandations d'usage prodiguées par les constructeurs et les dangereuses conséquences qui se manifestent trop souvent en cas de leur non-observation.

## TOUJOURS A PROPOS DES ENSEIGNEMENTS DES OPÉRATIONS MILITAIRES EN ESPAGNE

Au fur et à mesure que des renseignements d'ordre technique et de source autorisée sont publiés concernant les opérations militaires en Espagne, nous nous faisons un devoir d'en dégager certaines conclusions. Pour l'aviation, il semble désormais admis que la *vitesse* constitue un facteur essentiel, dans l'offensive comme dans la défensive, et qu'elle ne doit jamais être sacrifiée à la puissance du feu (armement). D'autre part, — là encore comme dans l'artillerie, par exemple, — il ne faut pas chercher à réaliser l'appareil « à tout faire » ; l'infériorité des avions à « plusieurs fins » s'est en effet révélée en Espagne d'une façon incontestable ; la *spécialisation* demeure la règle pour chaque tâche à accomplir, dans le combat comme dans l'industrie. La supériorité d'une aviation de chasse est une condition essentielle de succès pour la maîtrise des airs. Enfin, si l'intervention directe de l'aviation dans la bataille est de plus en plus déterminante (attaques en vol rasant à la bombe et à la mitrailleuse), de son côté, la défense à terre (D. C. A.) s'est montrée de plus en plus efficace au fur et à mesure que les armes automatiques utilisées étaient mieux adaptées au but à atteindre. Ainsi, dans ce domaine de la D. C. A., les pièces destinées à intervenir aux altitudes dépassant 2 000 m sont beaucoup plus efficaces qu'auparavant (précision et rapidité du tir, trajectoire, appareils de conduite de tir perfectionnés). Mais les progrès les plus probants ont été obtenus pour les basses altitudes, grâce aux nouveaux matériels automatiques (de 20 mm), essentiellement *mobiles* et utilisés en batteries de six pièces susceptibles de tirer un grand nombre de projectiles efficaces jusqu'à 1 700 m d'altitude (1 500 à 1 700) pour établir un barrage sur 300 m de front aérien à raison de 3 500 coups (environ et au total) à la minute par groupe de trois batteries, à raison de 200 coups par pièce (à la minute). Ces matériels allemands, de conception récente, ont fait merveille contre l'aviation adverse, qui ne peut ainsi à l'avance repérer les zones dangereuses précisément à cause de la grande *mobilité* de ces batteries de canons automatiques à grand débit (1). Un appareil ennemi pris au dépourvu par un tir ainsi déclenché au moment voulu, dans une zone qu'il survole à basse altitude, est presque toujours détruit. C'est pourquoi il importe que les pilotes d'observation modifient leur tactique en effectuant des incursions « par pointes » rapides et brèves au-dessus des lignes ennemies. A côté des canons de 20 mm, ceux du calibre de 37 mm et même de 88 mm adoptés par l'artillerie antiaérienne allemande ont également donné de très bons résultats, grâce à des appareils nouvellement mis au point notamment pour la conduite du tir jusqu'ici inégalés. C'est là une supériorité, momentanée, des formations de la D. C. A. du III<sup>e</sup> Reich, qui peuvent interdire dès lors toute la zone qui leur est assignée à tout avion qui tente d'y pénétrer soit pour y effectuer (au-dessous des nuages) à basses altitudes des bombardements précis ou certaines missions spéciales, soit aussi pour se soustraire à la chasse des pilotes qui les poursuivent.

## PHOTOGRAPHIES NOCTURNES AÉRIENNES

La photographie aérienne de nuit a fait de récents progrès dans l'aviation militaire, qui — grâce à elle — rend des services plus appréciables encore pour les opérations des armées en campagne. D'ingénieux dispositifs viennent d'être mis au point en Amérique ; ils comportent de nouveaux appareils photographiques spéciaux avec procédés de transmission et dispositifs automatiques pour l'utilisation des explosifs et des bombes provoquant l'éclaircissement pour la prise de vues. M. H. Boucher a exposé comment ces derniers perfectionnements, réalisés par une grande firme étrangère, avaient déjà abouti à la construction en série d'un équipement

(1) Les nouvelles mitrailleuses lourdes allemandes du calibre de 20 mm (100 à 200 coups à la minute) ont donné jusqu'ici, contre l'aviation adverse, des résultats remarquables (portée utilisée : 4 500 m).

photographique automatique adaptable à tous les avions. Sa caractéristique principale consiste évidemment dans son automaticité quasi absolue, même par nuit tout à fait obscure, puisque l'observateur n'a plus qu'à presser sur un bouton-poussoir pour exécuter toutes les opérations nécessaires à l'obtention d'un cliché comme si on photographiait en plein jour. Ce dispositif comporte un appareil photographique chargé d'une pellicule longue de 25 m 30 suffisante pour enregistrer 110 vues de format 18×23 cm. La bombe éclairante, de composition spéciale, munie de son parachute, est déclenchée automatiquement au moment opportun. Il va de soi que certaines « sûretés » ont dû être minutieusement mises au point au cours de plusieurs années d'expériences pour réduire au moindre risque l'emploi des explosifs lumineux à bord d'un avion. Il paraît que l'intensité de l'éclairage ainsi obtenue serait 1 million de fois supérieure à celle fournie par une lampe ordinaire de reporter-photographe opérant à terre. C'est l'ouverture du parachute qui provoque le déclic de commande de « mise à feu », mais le temps qui s'écoule entre cette mise à feu et l'éloignement de l'avion est calculé de telle façon que les rayons lumineux émanant de la bombe éclairante atteignent une cellule photoélectrique qui déclenche à son tour le mécanisme de prise de vues, sans « frapper » toutefois l'objectif photographique. La charge éclairante suspendue à un parachute est placée dans un petit planeur fixé sur le fuselage. C'est, en quelque sorte, une torpille minuscule qui, une fois larguée, est abandonnée à elle-même avec sa charge d'explosifs lumineux. Un perfectionnement tout dernièrement réalisé consiste en ce que cette charge de poudre éclairante est maintenant de poids beaucoup plus réduit (elle pesait 35 kg précédemment), et que sa combustion s'effectue quasi *instantanément* au moment même de l'explosion. Cet équipement peut également être aussi utilisé pour des applications industrielles, mais c'est surtout pour la reconnaissance et le bombardement par voie aérienne que l'*Army Air Corps* poursuit ses expériences combinées, afin de tirer le meilleur parti de la bombe éclairante seule, de la bombe éclairante accompagnée de photographie, de la bombe éclairante précédant le largage d'autres projectiles suivis d'une dernière bombe éclairante permettant d'enregistrer les résultats.

### LA SURPRODUCTION ET LE MARCHÉ DU BLÉ EN 1938

L'Institut International de Rome, dont nous avons maintes fois signalé les importants travaux basés sur une documentation universellement et scrupuleusement établie, estime qu'au début de l'année 1938 la superficie des cultures de blé d'hiver pour l'hémisphère septentrional est la plus importante constatée à ce jour avec celle enregistrée pour l'année précédente (terresensemencées). Les pays du globe qui ont consacré le plus d'étendue aux emblavures sont précisément ceux qui accusaient déjà une surproduction quasi continue. Ce sont les Etats-Unis d'Amérique, l'U. R. S. S., les nations de l'Europe Centrale (région danubienne) qui détiennent les superficies-records. Si, dès lors, les dernières emblavures du printemps en Afrique du Nord, en U. R. S. S. et dans les pays situés dans l'hémisphère Sud ne sont pas — elles non plus — en décroissance, par rapport à l'année antérieure, et si le rendement à l'hectare se maintient aussi élevé, on peut prévoir, dès maintenant, une récolte encore excédentaire par suite de cette surproduction, et le marché mondial du blé sera de nouveau en déséquilibre. Tout dépend évidemment des conditions atmosphériques plus ou moins favorables, mais, à cette époque de l'année, il est à présumer qu'elles seront satisfaisantes et ne contribueront plus à diminuer sensiblement le rendement. Nous sommes donc là encore en présence d'une surproduction peu favorable au relèvement économique de l'agriculture (1).

(1) D'après les informations de Chicago (mars 1938), on prévoit cette année une récolte fortement excédentaire. Celle de blé de printemps atteindrait 200 millions de boisseaux. On évaluerait dès lors la récolte totale à plus de 850 millions de boisseaux : or, la consommation intérieure des Etats-Unis ne dépasse pas 680 millions de boisseaux annuellement !



# L'AVENIR DE L'AVION PORTE-AVIONS

Par C. ROUGERON

INGÉNIEUR EN CHEF DU GÉNIE MARITIME

L'avion « composite », tel que l'a réalisé en Angleterre le major Mayo, se compose en principe (1) de deux appareils verrouillés l'un à l'autre au décollage et qui se séparent après avoir pris de l'altitude et de la vitesse. L'un d'eux est doté d'une surface portante très étendue et assure le départ du deuxième, trop lourdement chargé pour décoller par ses propres moyens. Cette formule — étroitement apparentée au procédé classique du catapultage — ne semble, du point de vue des applications commerciales, pouvoir intéresser que les services exclusivement postaux, alors que le développement de la locomotion aérienne impose aujourd'hui, pour le transport des passagers, des conditions de confort que seul le paquebot volant de 50 à 100 t permet de réaliser (2). Au contraire, dans le domaine des applications aéronavales, on peut s'attendre à voir apparaître, dans un avenir relativement prochain, de véritables avions porte-avions, capables de transporter quelque dix ou douze avions de chasse ou bombardiers légers en vue de faire intervenir rapidement des forces aériennes à une distance double de leur rayon d'action normal. Au navire porte-avions de surface trop lent et trop vulnérable s'opposerait ainsi le navire volant porte-avions, réunissant des qualités de vitesse et de rayon d'action des plus appréciables, et dont, en outre, le prix de revient serait beaucoup moins élevé pour un même tonnage d'avions transportés.

LE succès récent des essais de l'avion « composite » dû au major Mayo et au constructeur anglais Short, appelle l'attention sur ses applications possibles : commerciales et militaires.

Le principe de l'avion composite consiste à monter un appareil qui ne décollerait qu'avec peine, ou même ne décollerait pas du tout, sur un appareil de tonnage plus élevé, mais moins chargé au mètre carré. Les deux avions, verrouillés l'un à l'autre, décollent comme un avion unique et se séparent après avoir pris de l'altitude.

Le major Mayo, en collaboration avec la Société *Short Brothers*, convainquit le ministère de l'Air anglais et les *Imperial Airways* de l'intérêt de ce principe. Les essais en soufflerie furent satisfaisants et un appareil d'étude fut commandé, dont les premiers vols eurent lieu fin 1937 et les essais de séparation en février 1938.

L'appareil porteur, qui a reçu le nom de *Maia*, est un hydravion quadrimoteur à coque centrale et flotteurs très voisin des gros hydravions type *Empire* que les *Imperial Airways* ont mis en service en 1937, à une trentaine d'exemplaires, sur les lignes commerciales de l'Empire britannique.

En dehors de son aménagement spécial comme porteur de l'appareil supérieur, le *Maia* est aménagé pour les mêmes missions

que le *Short « Empire »*, soit 24 passagers de jour et 16 passagers de nuit (en couchettes). Il peut donc prendre place, dans la flotte des *Imperial Airways*, sur le même plan que ceux-ci.

L'appareil porté, qui a reçu le nom de *Mercury*, est un hydravion quadrimoteur à flotteurs. C'est un appareil d'un type classique, si ce n'est que ses flotteurs n'ont pas le volume suffisant pour lui permettre de décoller ou d'amérir en charge ; il ne peut le faire qu'après consommation ou vidange de la majeure partie de son combustible.

## Le problème de la séparation en vol

Si les voilures des deux avions avaient le même profil, étaient calées sous le même angle et portaient la même charge au mètre carré, aucun effort ne tendrait à provoquer la séparation des deux appareils. Une fausse manœuvre, après largage de l'appareil porté, risquerait de provoquer un accrochage en vol. Le major Mayo a voulu éliminer toute nécessité d'intervention des pilotes et a rendu l'opération automatique par la disposition suivante :

Les charges au mètre carré des deux appareils sont très différentes : 72 kg au m<sup>2</sup> pour l'avion porteur, le *Maia*, 164 kg au m<sup>2</sup> pour l'avion porté, le *Mercury*. Comme l'avion le plus chargé se trouve être l'élément supérieur de l'assemblage, cette différence agit puissamment, pour appliquer les deux avions

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 245, page 332.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 251, page 366.

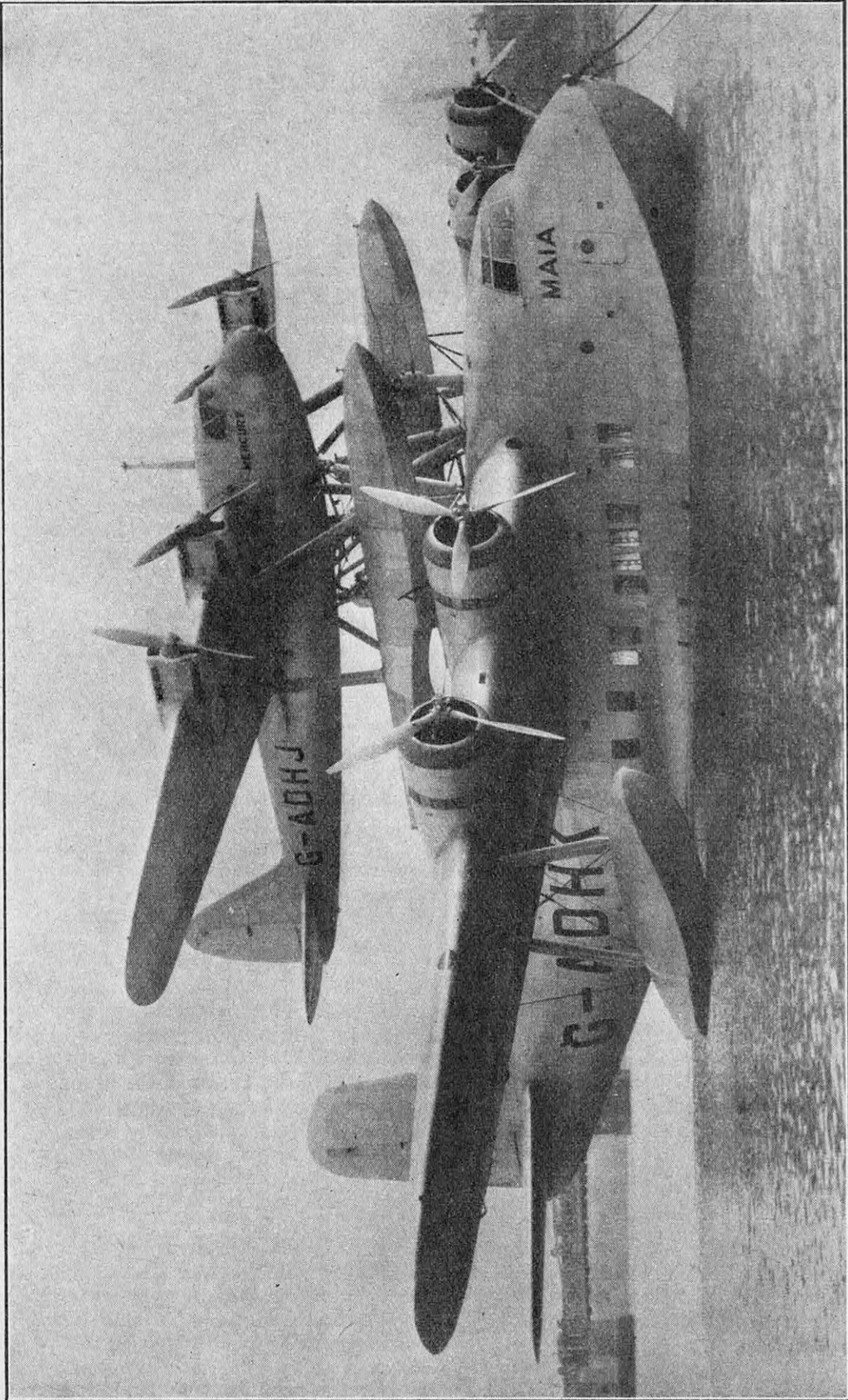


FIG. 1. — L'AVION COMPOSITE PRÊT POUR LE DÉCOLLAGE, AVEC L'HYDRAVION LONG-COURRIER « MERCURY » LOURDEMENT CHARGÉ FIXÉ SUR LE DOS DE L'HYDRAVION GÉANT « MAIA » FAIBLEMENT CHARGÉ PAR MÈTRE CARRÉ DE SURFACE PORTANTE

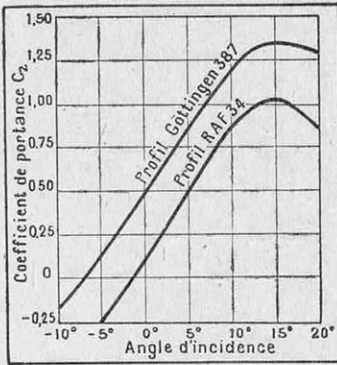


FIG. 2. — PROFILS D'AILES A VALEURS DE SUSTENTATION TRÈS DIFFÉRENTES. Ce graphique donne, en fonction de l'incidence, le coefficient de portance  $C_x$  de deux profils à caractéristiques très

différentes. Un profil comme le Göttingen-387, dont la portance aux incidences voisines de  $0^\circ$  est trois fois plus élevée que celle du RAF-34, conviendra parfaitement pour l'élément porté dont il assurera ainsi la séparation à grande vitesse (donc faible incidence). Le profil RAF-34 convient, au contraire, très bien pour l'élément porteur, car sa portance au décollage (grande incidence) n'est que d'un quart inférieure à celle du Göttingen-387, différence que compense largement l'excès de voilure de l'élément porteur.

l'un contre l'autre, en sens inverse de ce qui serait désirable. Il fallait donc absolument agir sur les caractéristiques des profils et le calage des voilures pour donner l'effort de séparation.

On a choisi des profils dont les polaires présentent un caractère très différent : polaire à faible pente pour l'appareil porté, polaire à grande pente pour l'appareil porteur. Au décollage, l'appareil porteur supporte une fraction importante du poids de l'appareil porté. En montant en

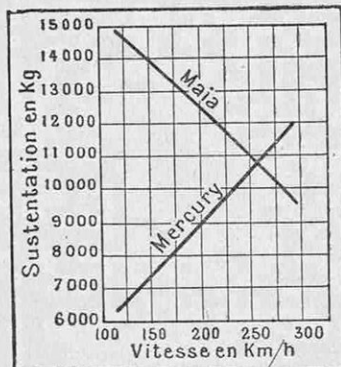


FIG. 3. — RÉPARTITION DE LA CHARGE ENTRE LE « MAIA » ET LE « MERCURY ». Ce graphique donne, en fonction de la vitesse commune des deux avions avant séparation, la répartition des charges

portées par les deux voilures. Au décollage, la voilure de l'appareil porteur, le Maia, supporte, outre son poids, 3 000 kg environ du Mercury. Vers 210 km/h, le poids de chaque appareil est porté par sa propre voilure. A une vitesse supérieure, il y a tendance à séparation.

vitesse, la répartition se modifie et, au delà d'une certaine vitesse, c'est l'appareil porté qui se charge d'une fraction de l'appareil porteur. La tendance à la séparation est donc assurée dès que l'on a dépassé cette vitesse.

Jusqu'au moment du largage, les commandes en vol de l'appareil porté, le Mercury, sont bloquées et l'ensemble est manœuvré entièrement par les gouvernes du Maia.

Le Mercury repose par six points sur le dessus de l'aile du Maia, mais le verrouillage proprement dit n'intéresse qu'un seul d'entre eux.

A l'altitude de largage, le pilote du Maia libère un premier crochet. Les appareils sont encore reliés par un deuxième crochet, que le pilote du Mercury peut encore ouvrir

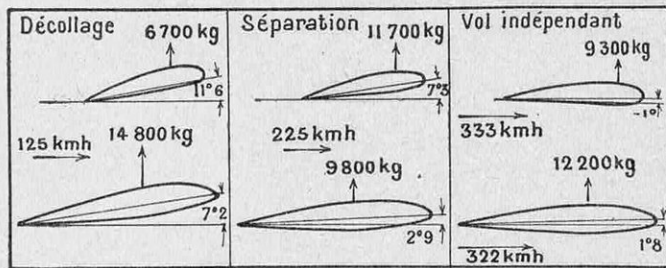


FIG. 4. — CALAGE ET INCIDENCES DES VOILURES DANS DIFFÉRENTES CONDITIONS DE VOL

Les figures montrent comment, avec un calage fixe des deux voilures l'une par rapport à l'autre ( $4^\circ 4'$ ) et avec les profils de la figure 2, on peut obtenir une répartition très différente des sustentations au décollage et à l'instant de la séparation.

quand il le veut. Mais les deux avions ne se séparent effectivement que lorsque l'effort ascendant sur un troisième crochet surmonte la tension prédéterminée d'un ressort de retenue. La libération de ce dernier crochet, sous l'action de cet effort, sépare brusquement les deux avions.

La position de tous les crochets de fixation est indiquée électriquement aux deux pilotes. Jusqu'à la séparation, ceux-ci restent en liaison téléphonique.

### Les avantages de l'appareil double

Voici, d'après les documents de la Mayo Composite Aircraft Co Ltd, les avantages de l'appareil double.

1°) L'appareil composé permet d'utiliser des terrains de dimensions faibles, et, pour les applications maritimes, des plans d'eau relativement petits. On peut même concevoir, pour certaines exigences spéciales, un appareil composé pour décoller d'une surface dont les dimensions seraient prohibitives pour tout appareil normal ;

2°) Un seul élément inférieur peut servir au

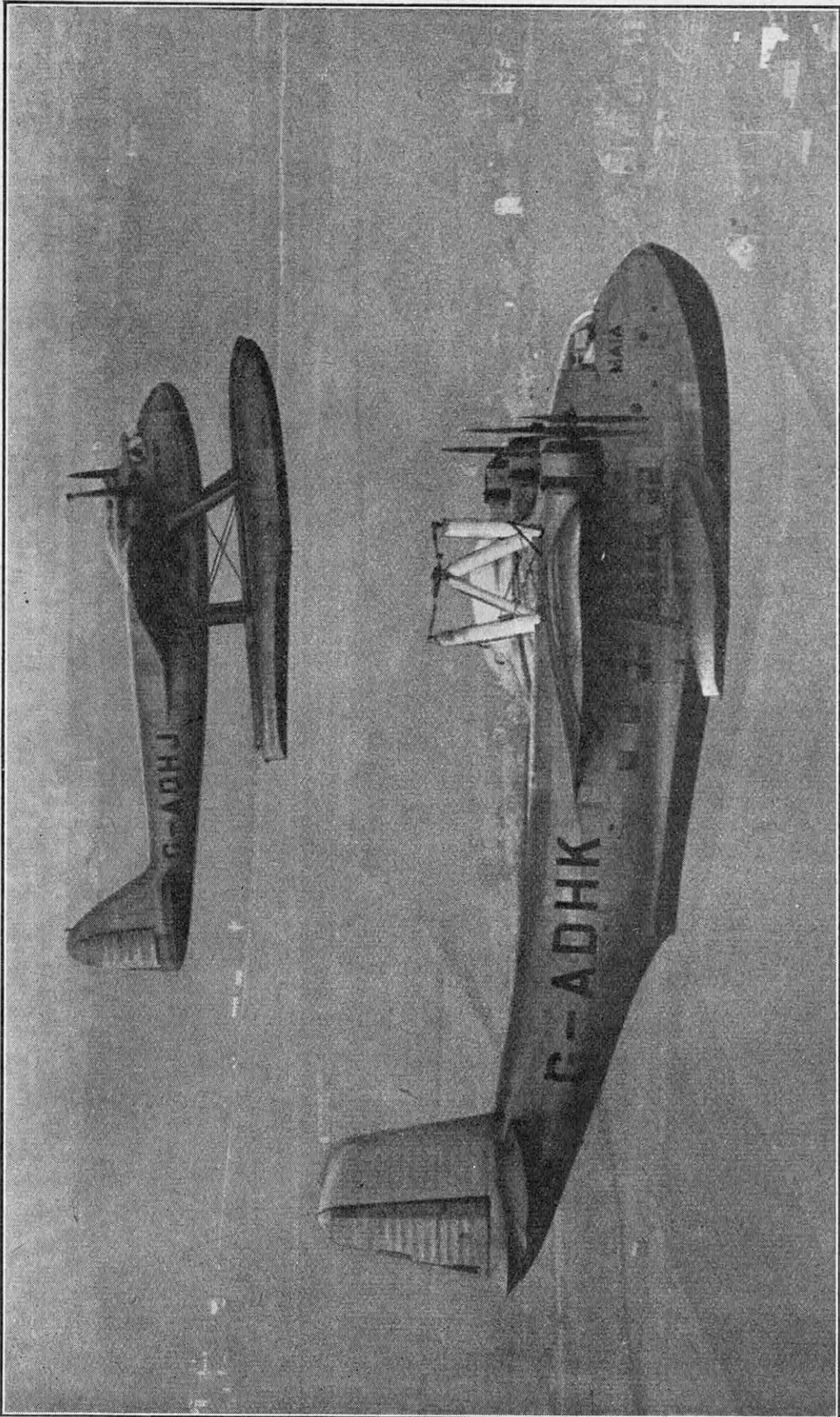


FIG. 5. — LA PHASE LA PLUS DÉLICATE DE LA MANŒUVRE DE DÉCOLLAGE : LA SÉPARATION EN VOL DES DEUX AÉRONEFS, EFFECTUÉE EN TOUTE SÉCURITÉ GRÂCE AUX DISPOSITIFS DE SIGNALISATION LUMINEUSE DANS LES DEUX CABINES ET À LA POSSIBILITÉ POUR LES PILOTES DE RESTER EN CONSTANTE LIAISON TÉLÉPHONIQUE JUSQU'AU DÉCROCHAGE

lancement successif d'un nombre quelconque d'éléments supérieurs, semblables ou différents. L'élément inférieur peut suffire, au nombre d'un par terrain, ou, au contraire, accompagner l'escadrille à laquelle il sera affecté ;

3°) On peut porter au maximum le rayon d'action effectif et la charge payante de l'appareil supérieur en retardant son déclenchement jusqu'à ce que l'appareil composé ait couvert une grande distance. L'élément supérieur portera, au moment de la séparation, sa pleine charge de combustible tandis que l'élément inférieur conservera juste

pour l'ensemble du *Maia* et du *Mercury*.

L'un et l'autre sont des appareils tout à fait classiques ; l'ensemble est faiblement chargé au mètre carré ; ils subissent, quant aux performances, le handicap de l'hydravion qui se manifeste surtout pour les appareils de petit et moyen tonnage. Il est certain que, comparées à celles des appareils transatlantiques du dernier programme des *Pan American Airways*, auxquels on demande de franchir 8 000 km à 450 km/h, les performances du *Mercury*, qui peut faire 6 000 km à 300 km/h, sont faibles. Mais elles

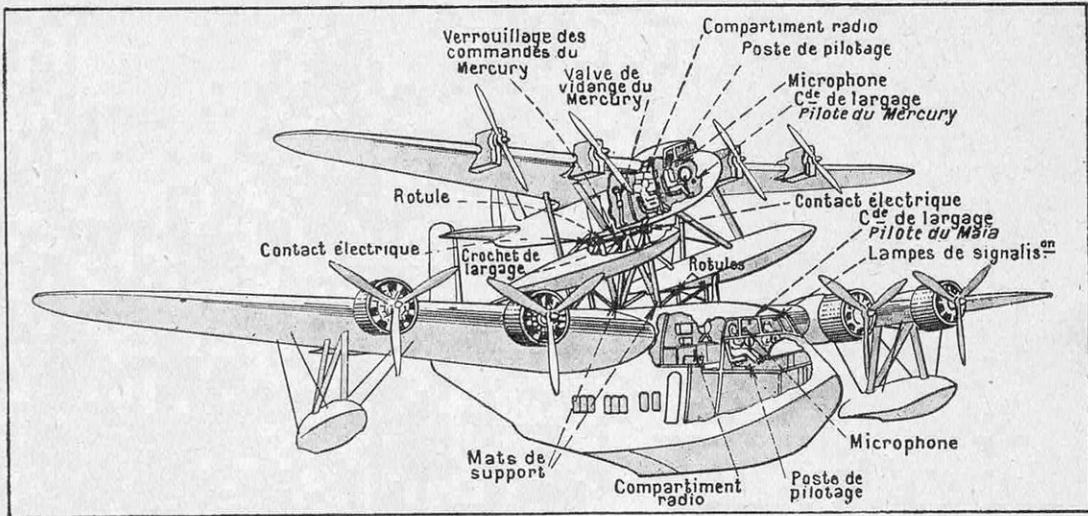


FIG. 6. — DÉTAILS DE L'AMÉNAGEMENT DE L'AVION COMPOSITE MONTRANT LE MODE DE FIXATION DU « MERCURY » SUR LE « MAIA »

Le *Mercury* repose sur le *Maia* par l'intermédiaire d'un châssis métallique qui supporte son fuselage en trois points, le point central étant celui où s'effectue le verrouillage. La stabilisation latérale est assurée en quatre points, deux sous chaque flotteur. Aux points de contact du fuselage, des contacts électriques allument ou éteignent des lampes sur le tableau de bord des deux postes de pilotage indiquant la tendance des deux appareils à se rapprocher ou à s'écarter suivant la vitesse.

assez de carburant pour revenir à sa base ;

4°) L'appareil composé permet de remédier au principal défaut des moteurs Diesel, qui est la faiblesse de leur excédent de puissance au décollage. Cet excédent sera fourni par l'élément inférieur, avec des moteurs, à explosion ou Diesel, qu'il ne sera pas nécessaire de traîner sur tout le parcours ;

5°) L'un ou l'autre élément peut être du type terrestre, marin ou amphibie, et un appareil composé peut être constitué, s'il y a lieu, par un élément inférieur du type marin et un élément supérieur du type terrestre, ou vice versa.

### Les applications commerciales

Il ne faut pas juger de l'intérêt des applications commerciales de l'avion composé au seul examen des performances indiquées

sont, au contraire, élevées, si on n'oublie pas qu'elles sont le fait d'un hydravion de moins de 10 000 kg de poids total.

Mais il faut bien observer que des résultats très intéressants peuvent déjà être obtenus, dans un ordre d'idées très voisin, avec le lancement par catapulte. Le lancement par catapulte permet, tout aussi bien que le décollage par un avion porteur, de faire voler des appareils qui ne pourraient pas décoller par eux-mêmes, ou qu'on ne pourrait pas faire décoller sur des terrains ou des plans d'eau trop exigus.

C'est, notamment, la catapulte qui a permis les performances remarquables des hydravions allemands d'une dizaine de tonnes sur les routes de l'Atlantique Sud et de l'Atlantique Nord. Tout comme le *Mercury*, ces appareils sont lancés à un poids au

départ qui dépasse celui qu'on pourrait décoller avec le volume de leurs flotteurs (1).

Le *Composite Mayo* a bien l'avantage de l'augmentation de rayon d'action que lui donne l'appareil porteur jusqu'au moment de la séparation. Mais, si — au lieu de faire accompagner l'appareil porté, sur la première partie de son parcours, par un appareil aussi lourd que lui — on augmentait son tonnage dans une proportion plus modérée, en le majorant de moitié par exemple, n'obtiendrait-on pas un résultat équivalent ?

Enfin, dès qu'on voudra aborder le problème du transport transatlantique des passagers, et non plus se limiter au domaine de l'avion postal, on rencontrera des exigences de confort à fournir qui dépassent beaucoup les économies de volume qu'on peut réaliser sur les flotteurs, et qui imposent le recours aux très gros appareils.

Sur les lignes transatlantiques, la solution du major Mayo vient un peu tard. Si elle avait été au point, il y a quelques années, elle aurait permis d'inaugurer un service postal qu'il aurait été difficile de réaliser autrement. Aujourd'hui, les possibilités de la construction aéronautique dépassent beaucoup les besoins des lignes transatlantiques ; le transport des passagers, devenu possible, transforme les conditions de transport du fret postal. Devant le paquebot volant de 100 à 200 t, l'hydravion postal de 10 t ne peut pas plus survivre que le petit paquebot rapide, en mesure de transporter le seul courrier, ne peut concurrencer sur les mêmes lignes le navire de 75 000 t.

(1) On sait qu'un Dornier Do.-18 catapulté a récemment battu le record de distance : Angleterre-Brésil, soit 8 400 km en 40 h environ. (Voir dans ce numéro, page 448.)

## Les applications aéronavales

Dans un mémoire sur *le navire volant porte-avions*, présenté à la session de juin 1937 de l'Association Technique Maritime et Aéronautique, le capitaine de corvette P. Barjot a étudié les applications militaires de l'idée du major Mayo.

Examinant l'extrême vulnérabilité des gros hydravions à l'attaque au canon par les avions de chasse, le commandant Barjot proposait de munir ces hydravions d'appareils de chasse,

soit terrestres, soit marins, qui pourraient contribuer à leur défense. On conjuguerait ainsi l'autonomie du gros hydravion, qui peut voler pendant des dizaines d'heures à vitesse modérée, mais dont la puissance défensive est extrêmement réduite, et les qualités de combat de l'avion de chasse dont la durée de séjour en l'air est très limitée. On pourrait même envisager non seulement le

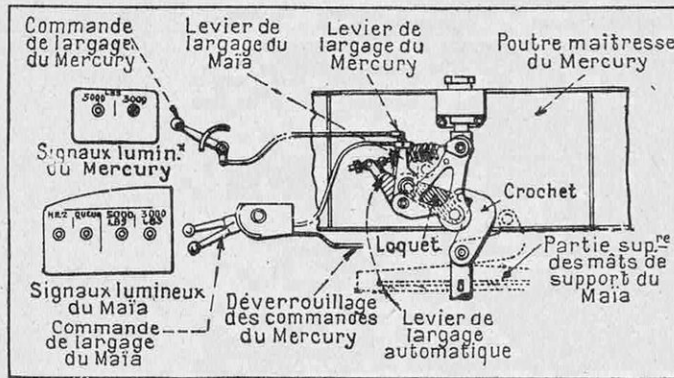


FIG. 7. — SCHÉMA DU DISPOSITIF DE VERROUILLAGE ET DE LARGAGE DES AVIONS EN VOL

Le verrouillage des deux appareils est assuré normalement par trois crochets. L'un d'eux est commandé par le pilote du Maia, l'autre par celui du Mercury ; le troisième enfin est actionné automatiquement lorsque l'effort de séparation des deux hydravions équilibre l'action d'un ressort réglé à l'avance. Pendant le vol de l'avion composite, les commandes du Mercury sont bloquées et liées à celles du Maia. Le pilote de ce dernier appareil dispose d'un levier pour rendre au pilote du Mercury sa liberté d'action. Tous deux sont en liaison par téléphone et peuvent ainsi effectuer les manœuvres de déverrouillage au moment le plus opportun. Ils sont guidés pour cela par les indications des signaux lumineux indiquant la valeur de la force aérodynamique qui tend à séparer les deux appareils.

décrochage, mais encore l'accrochage de l'appareil porté sur l'appareil porteur (1). Mais, en attendant que le problème de l'accrochage soit résolu, on peut se contenter de l'atterrissage ou de l'amérissage des appareils portés soit sur porte-avions de surface, soit dans une base côtière.

Nous croyons cette solution parfaitement réalisable, et nous croyons même qu'elle peut s'étendre au transport de plusieurs appareils portés, par exemple d'une demi-douzaine ou d'une douzaine d'avions de chasse ou de bombardiers légers, sur un gros hydravion de 100 à 200 t. On pourrait

(1) Les dirigeables américains *Akron* et *Macon* portaient à l'intérieur de l'enveloppe des avions qu'ils pouvaient lâcher en vol, et qui pouvaient ensuite venir s'accrocher à nouveau au dirigeable.

ainsi faire intervenir quasi instantanément, en mers étroites, des forces aériennes à une distance double de leur rayon d'action normal. Les gros appareils, d'une centaine de tonnes au moins, que l'on va construire suivant le programme d'avions transatlantiques des *Pan American Airways* ne pourraient-ils pas, notamment, trouver ainsi, en temps de guerre, un emploi militaire?

Au porte-avions de surface, lent, extrêmement vulnérable à l'attaque des autres navires de surface ou des avions, le navire volant porte-avions substitue un engin dont l'intervention est beaucoup plus rapide, dont

d'opérations comme notre frontière de l'Est ou des Alpes, est le manque de terrains.

Les avions actuels, très chargés au mètre carré, exigent pour leur atterrissage, et surtout pour leur décollage, des terrains de très grandes dimensions. Ces terrains sont rares. Ils seront rapidement repérés, arrosés de bombes pour en interdire l'usage, spécialement au moment où les opérations aériennes seront actives. Des avions porteurs très peu chargés au mètre carré, pouvant décoller sur 100 ou 200 m, permettraient l'emploi de terrains dix fois plus nombreux et la dispersion des avions dans des conditions où

	Caractéristiques	« Maia »	« Mercury »	« Maia » et « Mercury » associés
Moteurs	Constructeur et type.....	4 Bristol « Pegasus X »	4 Rapier « Rapier V »	4 Pegasus et 4 Rapier
	Puissance au décollage.....	3 840 ch	1 280 ch	5 120 ch
	Puissance maximum en palier.....	3 660 ch (à 1 900 m)	1 360 ch (à 3 960 m)	4 600 ch (à 3 050 m)
Dimensions	Envergure.....	34,75 m	22,25 m	34,75 m
	Surface portante.....	162 m <sup>2</sup>	57 m <sup>2</sup>	219 m <sup>2</sup>
Poids	Poids à vide.....	10 885 kg	4 535 kg	15 420 kg
	Charge utile.....	1 360 kg	4 760 kg	6 120 kg
	Charge payante.....	»	450 kg	450 kg
	Poids total.....	12 245 kg	9 295 kg	21 540 kg
	Charge au m <sup>2</sup> .....	72 kg/m <sup>2</sup>	164 kg/m <sup>2</sup>	98 kg/m <sup>2</sup>
Performances	Vitesse maximum.....	322 km/h	333 km/h	314 km/h
	Vitesse de croisière.....	265 km/h	300 km/h	269 km/h
	Plafond.....	7 300 m	6 400 m	6 900 m
	Rayon d'action.....	322 km	6 115 km	

CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES ET PERFORMANCES DU « MAYO COMPOSITE »

le prix est beaucoup plus faible pour le même tonnage d'avions transportés, et dont la vulnérabilité est infiniment moindre s'il se borne à rentrer à sa base, après avoir lâché ses avions, sans entreprendre de se battre pour son propre compte.

### Les applications terrestres de l'avion porte-avions

Le commandant Barjot laissait de côté les applications de l'avion porte-avions dans les opérations aériennes sur terre, qui ont cependant été signalées par le major Mayo lui-même. Nous considérons qu'elles sont au moins aussi importantes que les applications navales. L'une des plus grandes difficultés que rencontrerait l'emploi d'une aviation nombreuse, composée d'appareils modernes à hautes performances, sur un théâtre

ils courraient des risques de destruction bien moindres.

L'emploi de l'hydravion comme avion porteur n'est pas exclu, même sur un front terrestre. Les plans d'eau qui permettent son décollage ne sont pas rares. Les fleuves peuvent être utilisés, comme les lacs ou les grands étangs.

Les progrès de l'avion composite méritent d'être suivis, sans se laisser rebuter par les performances relativement modestes d'un premier appareil d'étude qui n'aura guère que le mérite d'avoir ouvert la voie. L'accroissement de tonnage des avions commerciaux et de certaines catégories d'avions militaires permettra des combinaisons multiples aptes à concilier des performances jusqu'ici contradictoires. C. ROUGERON.

# LES APPLICATIONS DE L'ARTILLERIE ET DES EXPLOSIFS A LA CONSTRUCTION MÉCANIQUE

L'ARTILLERIE et les explosifs ont surtout été employés jusqu'ici pour détruire, et assez peu pour construire.

Depuis une quinzaine d'années déjà, l'explosif est employé avec le plus grand succès à l'établissement des fondations en terrains mous. A l'extrémité d'un forage, on fait éclater une charge d'explosif et l'on coule du béton dans la poche ainsi formée.

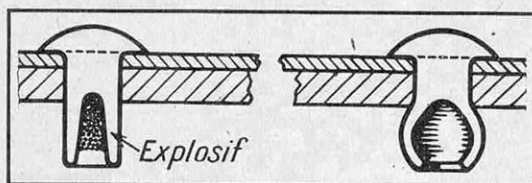


FIG. 1. — SCHÉMA DE LA POSE D'UN RIVET PAR EXPLOSION (PROCÉDÉ HEINKEL)

*A gauche : avant l'explosion ; à droite : après l'explosion l'évasement forme la deuxième tête.*

Mais, jusqu'ici, les applications à la construction mécanique ne s'étaient pas développées.

Une première application au rivetage du « tir au canon » a été présentée, voici quelques années, aux Etats-Unis, dans le cas particulier du « rivet noyé », moyen de fixation d'un élément mince sur un élément épais que, pour une raison ou une autre, on ne désire pas déboucher en entier. Après perçage, le trou dans la pièce épaisse est alésé en forme de tronc de cône. Le rivet, cylindrique, chauffé pour les gros diamètres, froid pour

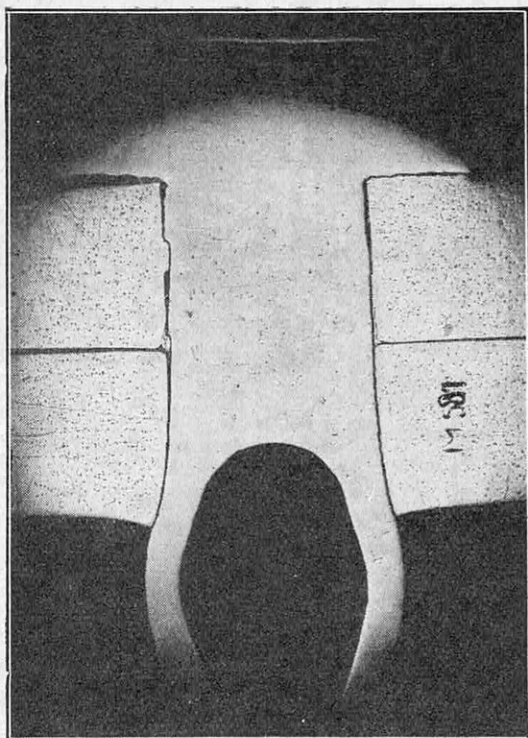


FIG. 2. — COUPE D'UN RIVET MONTRANT L'ÉVASEMENT PRODUIT PAR L'EXPLOSION DE LA CHARGE PLACÉE DANS LA TIGE DU RIVET

les petits diamètres, est placé dans une sorte de pistolet qui le projette dans le trou où il s'écrase en remplissant exactement la cavité intérieure. La tête est for-

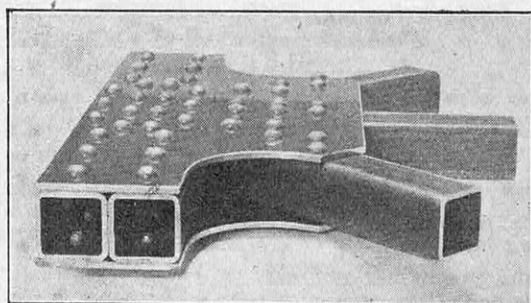
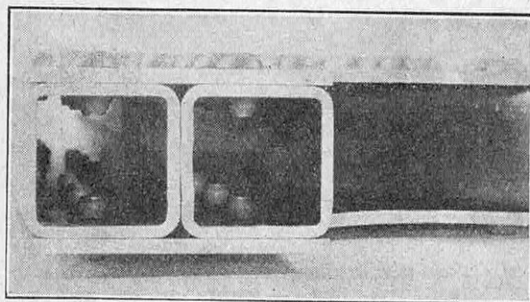


FIG. 3 ET 4. — CES EXEMPLES D'ASSEMBLAGES MONTRENT QUE LE NOUVEAU PROCÉDÉ DE RIVETAGE A L'EXPLOSIF S'APPLIQUE AU CAS OU LA DEUXIÈME TÊTE DU RIVET EST PEU ACCESSIBLE



mée ensuite au marteau ou à la bouterolle.

Pour nouvelle qu'elle fût, cette application n'apportait cependant pas de possibilités de construction nouvelles. Le rivet noyé était déjà connu ; le mode nouveau de réalisation pouvait tout au plus revendiquer un remplissage plus correct et plus constant, ou une plus grande facilité d'exécution. Il n'en est pas de même du rivetage à l'explosif mis au point par le constructeur d'avions allemand Heinkel et qui permet le dessin de structures absolument nouvelles, qu'il n'aurait pas été possible de réaliser autrement par un rivetage étanche.

Jusqu'ici, lorsqu'on voulait réunir par rivetage deux éléments sans pouvoir appuyer au moyen d'un « tas » la « tête » du rivet du côté opposé à celui où l'on formait la rivure, il était nécessaire d'employer un rivet tubulaire que l'on écrasait au moyen d'un outil spécial. Ce procédé a été très fréquemment employé jusqu'ici dans la construction aéronautique, par exemple pour la fixation d'un recouvrement métal-

lique sur des ailes où il était impossible d'accéder à l'intérieur. Mais on renonçait ainsi à l'étanchéité de la structure.

Le procédé mis au point chez Heinkel utilise un rivet ordinaire en métal doux dans lequel on perce à l'opposé de la tête un trou rempli d'explosif. On place sur la tête du rivet un outil chauffé. Par conduction, l'explosif s'échauffe et éclate lorsqu'il atteint 130° C en donnant une rivure en forme de cupule. Suivant la taille du rivet, ce résultat est obtenu en 1 à 5 secondes. L'outil de rivetage comporte une tête d'argent ou d'aluminium chauffée électriquement.

Pour réaliser la concentration de chaleur dans le rivet, en évitant sa déperdition dans les éléments métalliques à réunir, le rivet est recouvert d'une légère couche d'un vernis isolant spécial. L'explosif employé a été choisi pour éviter toute corrosion par les produits de l'explosion. Dans le cas de rivets en duralumin, le rivetage ainsi réalisé offre une résistance de 85 % de celle d'un rivet ordinaire.

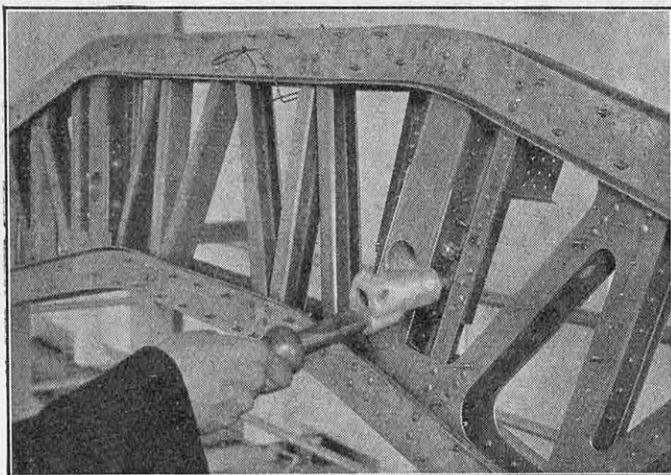
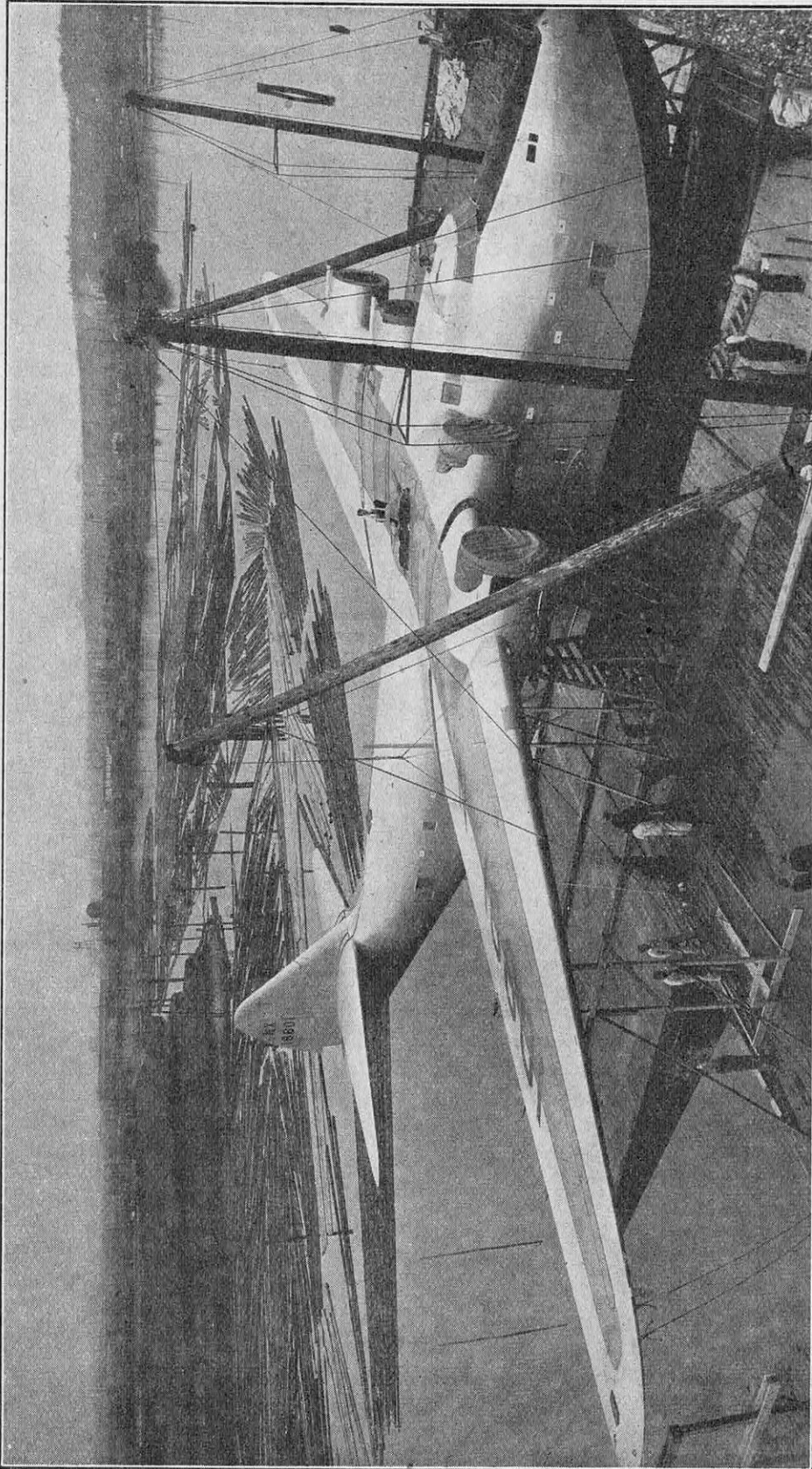


FIG. 5. - COMMENT S'EFFECTUE LE RIVETAGE A L'EXPLOSIF  
Le rivet portant sa charge d'explosif est mis en place, et on applique sur sa tête un outil en argent ou en aluminium porté à haute température par un courant électrique. Le rivet s'échauffe progressivement et sa charge fait explosion vers 130°.

Depuis 1914, la population britannique s'est accrue de 4 millions sans que la production des denrées alimentaires ait augmenté proportionnellement. Aussi plus de 45 % des importations en Angleterre sont représentées par des produits alimentaires ! A ce propos, M. S. Beracha a judicieusement fait remarquer qu'en cas d'un conflit armé la Grande-Bretagne dépend du marché mondial du blé, plus qu'aucune autre nation occidentale. En 1936-37, elle a dû acheter à l'étranger 212 millions de boisseaux (soit 77 millions d'hectolitres), alors que l'Italie, grâce au succès de « sa bataille du blé », n'en importait plus que 55 millions environ, et le Reich à peine 32 millions. Il est juste de mentionner que, parmi les pays importateurs de froment en Angleterre, figurent au premier rang des pays d'Empire, tels que le Canada et l'Australie ; mais ils sont, par contre, très éloignés de la métropole. Le problème de la constitution des stocks alimentaires relève donc, lui aussi, de la politique des « matières stratégiques », qui consiste à s'assurer les approvisionnements nécessaires pour mener à bien la défense nationale, en cas de guerre, au cours d'hostilités de plus ou moins longue durée.



LE PREMIER DES SIX HYDRAVIONS TRANSATLANTIQUES GÉANTS « BOEING-314 » EST EN ACHÈVEMENT AUX CHANTIERS DE SEATTLE (ÉTATS-UNIS). Cet appareil, le plus grand du monde actuellement, sera capable d'emporter 72 passagers. Il a été dénommé South Seas Clipper, étant destiné à la ligne américaine de l'océan Pacifique assurant la liaison San Francisco-Havai-Manille (Philippines) et Havai-Auckland (Nouvelle-Zélande). Le deuxième appareil de la série, Atlantic Clipper, doit assurer le transport des passagers sur l'Atlantique-Nord. D'un poids total de 37 t, ces appareils seront équipés de quatre moteurs « Wright Cyclones » de 1 500 ch. Leur vitesse sera d'environ 330 km/h et leur autonomie de 7 400 km avec 40 passagers en couchettes.

## NOUVELLES MÉTHODES D'ÉTUDE DES AÉRONEFS MODERNES DE GROS TONNAGES

JUSQU'À ces derniers temps, lorsqu'un gouvernement jugeait nécessaire de rénover sa flotte aérienne, il s'adressait à un certain nombre d'« inventeurs d'avions », commandant à chacun un prototype qui devait réaliser certaines conditions de vitesse, de plafond, de charge utile, de rayon d'action et d'aménagements militaires ou civils. Chacun de ces « inventeurs » se mettait à l'œuvre et, suivant son inspiration du moment, imaginait des formes et des dispositions nouvelles qui devaient, à son avis, accroître les performances de l'avion. Une fois les prototypes construits, l'État les faisait essayer par ses services, choisissait le meilleur ou les deux meilleurs pour les construire en série, et envoyait les autres à la ferraille. Une telle méthode était encore acceptable avec des machines de quelques tonnes, dont les prototypes ne coûtaient pas plus de 5 à 10 millions ! Elle deviendrait actuellement ruineuse avec les aéronefs géants, dont les poids se chiffrent par dizaines de tonnes et les prix par dizaines de millions ! Au surplus, la technique des aéronefs est parvenue à ce stade de perfection où toutes les machines, quels que soient leurs constructeurs, tendent vers les mêmes formes, qui sont les formes « optima » aux points de vue du rendement, du poids, de la robustesse. Tous les avions sont maintenant des monoplans « cantilever » (1) qui ne diffèrent les uns des autres que par des détails de formes ou par des systèmes de construction. Les méthodes de calcul sont à peu près standardisées ; elles sont suffisamment développées pour permettre de calculer à coup sûr et avec une grande précision chacun des éléments de l'aéronef. Dans ces conditions, l'établissement d'un projet de « machine volante » n'est plus tant l'affaire d'un « inventeur » que celle d'un bureau d'études ayant à sa tête un « cerveau » capable d'embrasser tous les éléments de ce vaste problème, de diriger les travaux des diverses sections chargées d'étudier, de dessiner tous les éléments de l'aéronef à construire. La vérification des calculs ne se fait donc plus sur l'avion terminé ; on l'exécute soit sur des éléments séparés dont on contrôle les coef-

ficients de résistance, soit sur des maquettes dont on mesure les caractéristiques au tunnel aérodynamique, de telle façon que, lorsque l'avion est terminé, on est aussi certain de sa « réussite » qu'on l'est, par exemple, de celle d'un paquebot construit dans un chantier maritime.

Quelques chiffres publiés récemment par la Société des Avions « Douglas », au sujet de l'établissement du prototype quadrimoteur DC.-4 de 30 t (commandé par les grandes compagnies aériennes des États-Unis), donnent une idée suffisamment exacte de ce que représentent ces travaux.

Rappelons que cet avion aura 42 m d'envergure, 30 m de longueur, 7 m de hauteur ; que sa puissance totale sera de 5 500 ch, qu'il transportera 42 passagers, 3 t de fret et 5 hommes d'équipage à 300 km/h.

L'établissement du prototype a demandé 500 000 heures de travail au bureau d'études. Des essais de rupture ont été, en outre, effectués sur plus de cent pièces principales de la charpente. Plus de 21 000 heures d'ingénieurs furent employées aux essais de laboratoire destinés à vérifier les calculs. Aussi il n'y a pas lieu de s'étonner que de semblables travaux aient duré deux ans et aient coûté plus de 1 500 000 dollars.

On peut ainsi se rendre compte de la « puissance » nécessaire aux entreprises aéronautiques qui se chargent d'établir ces aéronefs géants de 30 à 100 t (1) qui, un jour, assureront un service régulier sur les grandes lignes intercontinentales.

On s'en rend compte encore par ce fait que la Société Douglas, qui occupait, il y a un an, 7 500 ouvriers et qui construisait alors un avion par jour, n'en utilise maintenant plus que 5 000 pour construire chaque jour trois avions. Naturellement, ce résultat a été obtenu en équipant l'usine de Santa-Monica d'un outillage formidable qui devient de plus en plus nécessaire, non seulement à l'économie, mais aussi à la précision de l'usage exigées par la fabrication en série. C'est pour avoir trop longtemps ignoré cette évolution de l'industrie aéronautique que nos usines sont actuellement hors d'état de fournir en quantités suffisantes à notre armée de l'air les appareils dont elle a besoin.

(1) Une aile est dite « cantilever » lorsqu'elle n'est pas soutenue par des haubans, mais en porte-à-faux.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 245, page 333.

# LA POLITIQUE DU PÉTROLE ET LES VOIES MARITIMES

Par Charles BERTHELOT

*L'an dernier, la France a importé près de 8 millions de tonnes de produits pétroliers constitués principalement par du pétrole brut destiné à être raffiné sur le territoire de la métropole. Depuis la progression des fournitures de l'Irak (pétroles de Mossoul transportés par pipe-line de Kirkuk à Tripoli), les trois cinquièmes de nos importations, représentant 4,7 millions de tonnes en 1937, empruntent la voie maritime de la Méditerranée. Il importe donc de nous assurer, dans la mesure du possible, la liberté de circulation dans cette mer intérieure. Il en est de même pour la Grande-Bretagne dont 4 millions de tonnes (sur un total de 11 millions de tonnes importées) doivent également passer par le bassin méditerranéen d'est en ouest pour les produits en provenance des ports de l'U. R. S. S., de la Roumanie, du canal de Suez, en traversant ainsi jusqu'à Gibraltar des zones maritimes sous le contrôle de neuf nations différentes ! Soucieuse d'assurer ses approvisionnements et ayant recours à une déviation éventuelle de son commerce d'importation, l'Angleterre a déjà entrepris de développer les défenses de la route du Cap : elle affermit en outre sa position dominante dans le Proche-Orient et en Extrême-Orient, en y construisant des raffineries modernes, tout en renforçant considérablement la base aéronavale de Singapour. « Qui domine le pétrole domine le monde. »*

EN 1937, l'extraction mondiale de pétrole s'est approximativement élevée à 280 millions de t. C'est un record. Le planisphère de la figure 1 indique la quote-part des différents pays producteurs au cours de l'année 1936, durant laquelle ils ont extrait 246,2 millions de t de pétrole brut. Les Etats-Unis, l'U. R. S. S. et le Venezuela y ont, à eux trois, contribué pour 205,2 millions de t. On ne connaît pas encore exactement les statistiques détaillées relatives à l'année 1937. On sait seulement que l'extraction de pétrole dans les Amériques n'a que relativement peu varié. Celle de la Roumanie est en recul, avec environ 8,2 millions de t, tandis que celles de l'Irak et de l'Iran seraient en progrès très appréciables (1). Pour la France, enregistrons la poursuite de l'effort de recherches et de sondages au Maroc, en Tunisie et en Afrique Equatoriale. De tels travaux étant très onéreux et demandant beaucoup de temps, on ne sera guère fixé avant l'année 1940 sur la possibilité d'obtenir du pétrole au Maroc.

Les perspectives de découverte du pétrole en France sont peu favorables. Même en procédant à des sondages poussés à la profondeur de 3 000 à 4 000 m, lesquels ont l'inconvénient de coûter très cher (soit 4 à

5 millions de francs pas puits), il est douteux que l'on parvienne à un résultat intéressant.

L'optimisme est moins de mise encore quand on se reporte aux conditions générales dans lesquelles on rencontre du pétrole. C'est ainsi que l'examen de la carte de la figure 1, indiquant la répartition des gisements de pétrole connus dans le monde, fait immédiatement apparaître que ces gisements ont une préférence marquée pour les bordures des grands plissements montagneux : au pied du Caucase, nous trouvons les champs pétroliers russes ; en bordures de l'Iran, ceux de la Perse ; en bordures des Carpathes, les gisements roumains et galiciens ; les grands horizons pétroliers de l'Est des Etats-Unis sont en relation avec les Alleghanys ; ceux de Californie avec les Montagnes Rocheuses ; ceux de l'Amérique du Sud avec la chaîne des Andes.

En fait, comme pour bien d'autres substances minérales (or, phosphates, cuivre, potasse, etc.), il y a localisation de certains gisements en des zones déterminées et souvent très tranchées du globe terrestre. L'examen de la figure 1 renseigne pleinement à ce sujet. L'Amérique et la partie occidentale de l'Asie sont les zones d'élection des couches pétrolières.

A leur tour, les pays producteurs de pétrole se rangent en deux grandes classes. La première comprend les Etats-Unis, le Venezuela,

(1) De 1936 à 1937, elles seraient passées de 8,2 à 10,7 millions de t pour l'Iran, et de 4,1 à 4,4 millions de t pour l'Irak.

la Colombie, l'Équateur, le Pérou, Trinidad, la Roumanie, la Russie, l'Irak, la Perse et les Indes Néerlandaises, soit onze pays seulement qui disposent de pétrole pour l'exportation. Quant aux pays de la seconde classe, ils consomment plus de pétrole qu'ils n'en produisent de telle sorte qu'ils doivent en importer.

Evidemment, la capacité d'exportation en pétrole d'un pays produisant ce précieux hydrocarbure est inversement proportionnelle à son degré d'industrialisation. Tel est le cas de l'U. R. S. S., dont les exportations

les raffineries nationales. Comme les produits de leur distillation sont à leur tour réexportés à destination des marchés mondiaux, on les considère, à juste titre, comme de provenance américaine.

Ces considérations vont nous permettre d'apprécier les possibilités de ravitaillement en pétrole de la France et de l'Angleterre.

### Les grandes voies maritimes d'amenée du pétrole en France

La France importe de fortes quantités de produits pétroliers, soit 7,33 millions de t

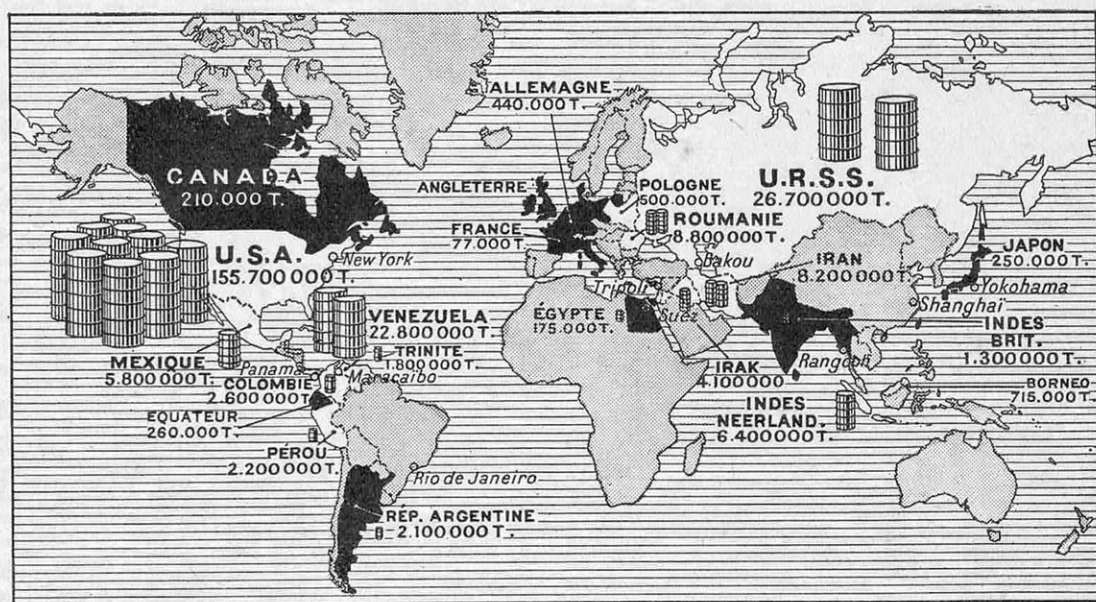


FIG. 1. — PLANISPHÈRE MONTRANT LA RÉPARTITION DANS LE MONDE DES PAYS IMPORTATEURS DE PÉTROLE (EN NOIR ET EN GRISÉ) ET DES PRINCIPAUX PRODUCTEURS (EN BLANC), AVEC LES CHIFFRES D'EXTRACTION CORRESPONDANT A 1936

diminuent sans cesse, malgré l'accroissement de son extraction et la modernisation progressive de ses raffineries.

Le cas des Etats-Unis est particulier. Depuis de très nombreuses années déjà, les Etats-Unis consomment presque entièrement leur production nationale. Pendant quelques années, ils ont été tout simplement importateurs, mais, d'une façon générale, la part de leur production nationale qu'ils consacrent à leur commerce d'exportation ne dépasse pas en moyenne 5 à 6 % de leur production. Leur importance sur les marchés mondiaux est cependant infiniment plus grande que ne le laisserait supposer ce pourcentage. Chaque année, des quantités très importantes de pétrole brut d'origine étrangère sont importées aux Etats-Unis pour y être traitées dans

en 1936 et 7,75 millions en 1937. De cette dernière année à la précédente, il y a une majoration de 6,1 %, mais cette progression est beaucoup plus forte encore par rapport à l'année 1930, au cours de laquelle nous n'avions acheté à l'étranger que 3,52 millions de t de produits pétroliers. Pour une période de sept années, nos besoins en pétroles étrangers ont plus que doublé.

Grâce à l'habile politique instaurée par l'Office National des Combustibles Liquides, nos importations de produits pétroliers sont principalement constituées par du pétrole brut, soit 6 millions de ce dernier contre 1,3 million de produits finis, pour l'année 1936.

Les données de la figure 2, qui se rapportent aux quantités de pétrole importées au cours de l'année 1936, nous montrent que l'Irak,

avec 3,1 millions de t contribue à un peu plus de la moitié de nos approvisionnements en pétrole brut.

Du fait du développement des fournitures de l'Irak, passées de 0,27 à 3,1 millions de t entre 1934 et 1936, nos importations de pétrole — qui, trois années plus tôt, nous parvenaient pour trois cinquièmes à travers l'Atlantique et pour deux cinquièmes à travers la Méditerranée — nous arrivent maintenant suivant les proportions inverses des précédentes, c'est-à-dire pour trois cinquièmes par la Méditerranée et pour deux cinquièmes seulement par l'Atlantique.

Au total, la France reçoit ses produits pétroliers par cinq grandes voies définies par leurs points de départ et qui sont les suivants :

a) Les ports de l'Amérique du Nord, c'est-à-dire des Etats-Unis, particulièrement Philadelphie ;

b) Les ports de l'Amérique latine : Mexique, Pérou, Colombie, Venezuela, Equateur, Antilles ;

c) Les ports de la mer Noire : Batoum, Touapse, Rostow, Constantza, servant à l'exportation des produits d'origine russe et roumaine ;

d) Les ports d'Extrême-Orient, dont les produits débouchent en Méditerranée par le canal de Suez ;

e) Les ports du Proche-Orient : Tripoli et Haïffa, auxquels aboutissent les deux pipelines ayant l'un et l'autre Kirkuk pour point de départ et bifurquant à partir d'Haditha, l'une vers Tripoli et traversant les Etats de Syrie, l'autre vers Haïffa, en passant par la Transjordanie. Cette dernière canalisation est celle qui a fait l'objet de nombreux attentats, au cours de ces six derniers mois, à l'occasion des émeutes en Palestine. Chacune de ces pipe-lines est capable de débiter 4 millions de t de pétrole brut par an et elles ont l'une et l'autre près de 2 000 km de longueur.

C'est donc suivant la voie méditerranéenne que le pétrole nous arrive en majeure partie : 3,5 millions de t des ports d'Haïffa et de Tripoli, puis, à un moindre degré — près de 1 million — des ports de la mer Noire, et pour 200 000 t environ, par le canal de Suez. Le total de 4,7 millions de t de pétrole qui nous parvient par la Méditerranée nous montre combien il serait important d'y avoir une maîtrise complète en temps de guerre, afin de ne pas nous exposer à voir se tarir nos ressources du pétrole.

Il y aurait tout à craindre, d'ailleurs, que

nous ne puissions recevoir ni le pétrole russe, ni le pétrole roumain. Le Bosphore et les Dardanelles seraient vraisemblablement fermés. La seule voie qui resterait pour leur exportation serait le Danube, mais il semble qu'elle serait sans issue pour notre ravitaillement. Elle offrirait, par contre, un intérêt considérable pour l'Allemagne supposée assurée de la neutralité bienveillante de la Yougoslavie. En imaginant un conflit entre les pays totalitaires et les pays démocratiques de l'Europe, l'attitude de la Yougoslavie serait capitale sur la conduite des opérations et sur les possibilités d'approvisionnement en pétrole des belligérants de l'Europe continentale.

Ces conditions particulières de notre ravitaillement en pétrole brut compliqueraient singulièrement l'alimentation des raffineries françaises, qui, d'après leur capacité de traitement, se trouvent dans la proportion de 60 % sur le littoral de la Manche et de la mer du Nord, de 15 % sur le littoral de l'Atlantique et de 25 % sur les bords de la Méditerranée, comme le montre la carte de la figure 3, laquelle indique aussi les ports français d'importation de produits pétroliers.

### Difficultés du ravitaillement de l'Empire britannique en pétrole

Plus encore peut-être que la France, la Grande-Bretagne éprouverait de lourdes difficultés pour son approvisionnement en pétrole au cours d'hostilités. Elle en consomme, d'ailleurs, davantage. Ses besoins annuels en temps de paix s'élèvent à environ 4,5 millions de t d'essence, 1 million de t de pétrole lampant, 4,5 millions de t de gas oils et de mazout, 1 demi-million de t de lubrifiants.

Le ravitaillement du Royaume-Uni en produits pétroliers correspond à l'arrivage journalier de trois bateaux pétroliers, ou tankers, ayant chacun une portée en lourd de 10 000 t. Cette donnée montre combien il est important pour l'Angleterre de rechercher et d'appliquer, dès maintenant, les mesures les plus propres à faire face à ses besoins en combustibles liquides au cours d'hostilités éventuelles. Fatalement, les tankers seraient particulièrement visés par les sous-marins et l'aviation de l'ennemi.

Cependant ce n'est là qu'une vue fragmentaire, laquelle ne suffit pas à l'époque que nous vivons en raison des événements qui se déroulent en Extrême-Orient. Il faut considérer une entité : l'Empire britannique, dont la force, parmi toutes les grandes

puissances exposées à soutenir une guerre, repose le plus sur les fondements fragiles de l'importation économique. L'Empire est composé de parties infiniment disparates : la Grande-Bretagne est un Etat insulaire réduit, à population dense, hautement industrialisé ; l'Australie est un continent insulaire immense ; le Canada a 2 000 km de frontières terrestres. Mais le centre de cet empire mondial est l'Angleterre ; or, le Royaume-Uni dépend, pour sa vie même, des importations dans une proportion qui est au moins égale aux deux tiers de ses besoins pour sa consommation annuelle.

En ce qui concerne le pétrole, elle en reçoit annuellement environ 7 millions de t des Amériques, 2 millions de t de Russie et de Roumanie et d'Irak, puis quelque 2 millions de t de Bornéo et de Perse. Ce n'est pas seulement le passage en Méditerranée qui offrira des dangers, mais encore la sortie du golfe Persique, étroit comme un goulot d'amphore, mais encore la traversée de la mer Rouge et du canal de Suez, après avoir passé sous les feux d'une puissance dont l'attitude en cas de conflit demeure encore douteuse.

Le pétrole de Bornéo et de Perse pourrait-il emprunter la route du Cap ? Le voyage aller et retour d'un tanker ne serait guère inférieur à quatorze semaines ; la protection de la marine britannique serait indispensable sur de très longs parcours menacés par les sous-marins océaniques à grand rayon d'action.

D'autre part, l'intérêt que l'Allemagne prend aux îles Açores et aux Canaries comme bases navales possibles n'est pas sans inquiéter l'Amirauté britannique.

Ce serait méconnaître l'étendue et la profondeur de vues des maîtres de l'Empire que de croire qu'ils n'ont pas immédiatement passé à la parade. Sans délai, ils ont décidé de renforcer les bases navales sur les routes maritimes reliant l'Orient à l'Angleterre par l'Ouest de l'Afrique.

C'est ainsi que le développement des défenses de la route du Cap comportera

l'amélioration des fortifications non seulement de Capetown, en Afrique du Sud, mais encore de la ville de Freetown, dans la colonie de la Sierra-Leone, qui servirait de base intermédiaire sur cette route des navires pétroliers vers l'Orient.

D'autre part, l'Angleterre se préoccupe d'augmenter les facilités de débarquement et de ravitaillement des navires à Freetown, qui était en train de devenir une base navale importante au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, avant l'ouverture du canal de Suez. Les fortifications terrestres de cette ville sont restaurées et une garnison va y être de nouveau établie.

Le port est excellent et peut recevoir des vaisseaux de guerre de fort tonnage.

Dans quelle mesure l'Angleterre pourrait-elle compter sur les pétroles des Amériques, spécialement ceux de la Colombie, de l'Equateur et du Pérou ? Il est difficile de le prévoir. Ils devraient passer par le canal de Panama qui semble un point faible de l'armature militaire des Etats-Unis.

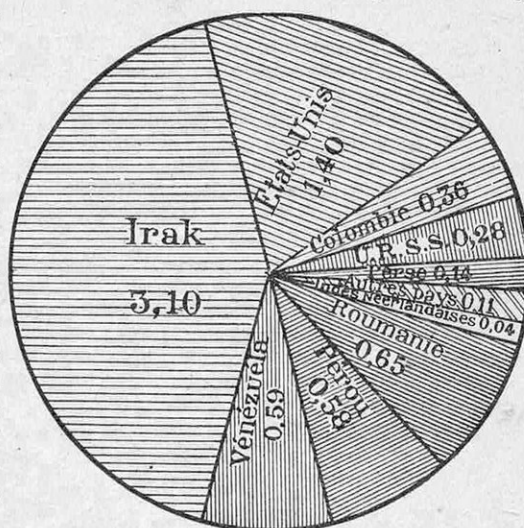


FIG. 2. — COMMENT SE RÉPARTISSAIENT, EN 1936, LES IMPORTATIONS FRANÇAISES DE PÉTROLE D'APRÈS LEUR PROVENANCE (CHIFFRES EN MILLIONS DE TONNES)

### La Méditerranée, centre de la lutte pour le pétrole

En période normale, cette lutte porte sur le domaine économique

et elle s'exerce entre les pétroles provenant, d'une part, des Amériques et, d'autre part, de Russie, de Roumanie et du Proche-Orient (Irak, Iran, Perse, Indes néerlandaises). La carte ci-jointe (fig. 4) en montre les aspects actuels et fait ressortir quelle part revient aux pays producteurs méditerranéens dans l'approvisionnement de tous les pays proches du littoral de la Méditerranée. Leur emprise n'a fait que s'accroître depuis 1934 et s'est étendue à la France, comme nous l'avons vu plus haut. Progressivement, le pétrole des Amériques est refoulé vers l'Atlantique. Seule, l'Angleterre reçoit des Amériques plus de pétrole qu'il ne lui en arrive par la voie méditerranéenne ; les proportions respectives ressortent à 65 et à 35 %. Elles sont ainsi sensiblement inverses de celles de la France.

En temps de guerre, le transport du pétrole en Méditerranée serait exposé aux pires aléas. Les pétroles méditerranéens,

ceux de la Roumanie et de la Russie, ont à défilé devant les zones maritimes de neuf nations différentes. Quant à ceux qui nous viennent de l'Irak ou à travers le canal de Suez, ils doivent en franchir au moins six. Il faut encore compter avec les facilités de destruction des pipe-lines de l'Irak qui traversent, durant des centaines de kilomètres, des régions absolument désertiques.

Si habile que soit notre diplomatie, elle ne permet pas d'escompter l'attitude amicale de tous les pays dont il s'agira de traverser les zones maritimes.

Comme le remarquait récemment M. Romier, la situation née d'accords internationaux récents semble favoriser l'Italie, bien pourvue des sous-marins et d'avions.

En effet, le goulot même de Port-Saïd, par où débouchent en Méditerranée les navires venant de la mer Rouge et de l'océan Indien, n'est qu'à 400 milles des bases de l'aviation italienne dans le Dodécannèse. Plus loin, la voie maritime passe à 100 milles du même Dodécannèse. Plus loin encore, Malte n'est qu'à 70 milles de la Sicile. Ensuite, de la Sicile au cap Bon de Tunisie, la largeur atteint à peine 80 milles, et la voie n'échappe à ce détroit que pour tomber sous le rayon des bases aériennes de Sardaigne. Enfin, après un répit, reparaît le danger si les Italiens disposent de bases aériennes ou sous-marines aux Baléares et sur les côtes d'Espagne... Dans ces conditions, en cas de guerre, il serait impossible, pour les nations occidentales, de compter sur la sécurité de leurs transports à travers la plus grande partie de la Méditerranée.

La situation ne serait cependant pas sans

périls pour l'Italie que les bases navales et aériennes de la France et de l'Angleterre encerclent à demi. Les centres vitaux de l'Italie sont plus proches de la zone dangereuse que les centres français et surtout anglais. Que ferait l'Italie si le canal de Suez était fermé et la Méditerranée occidentale solidement gardée? Elle ne trouverait de communication avec la mer Rouge et l'Éthiopie qu'à travers les sables de la Haute-Egypte ou par des cheminements aventureux dans le monde arabe.

### La lutte pour le pétrole en Extrême-Orient

De 1936 à 1937, la production asiatique de pétrole est passée de 21 à près de 30 millions de t. La part du Japon, grand pays industriel, n'y est que très modeste, soit à peine 300 000 t.

« Qui domine le pétrole domine le monde », écrivait, dès 1904, lord Fisher, premier lord de l'Amirauté. La politique britannique s'est inspirée de cette vue

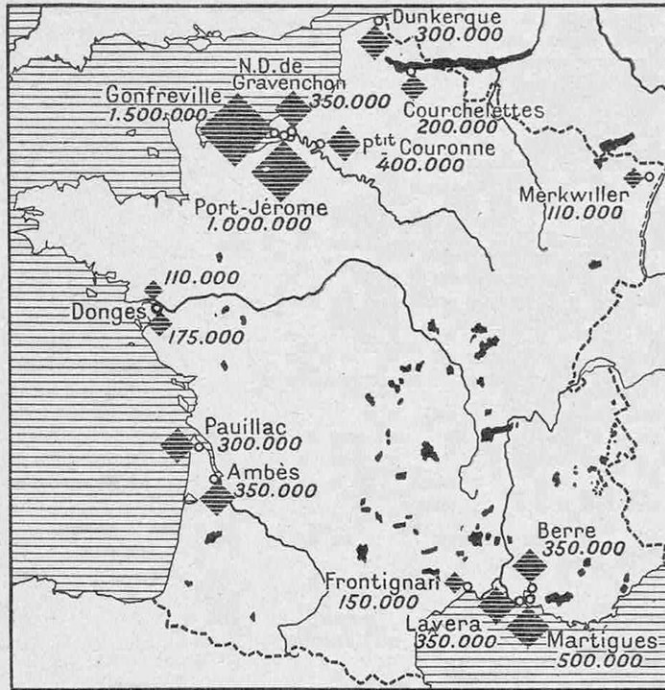


FIG. 3. — CARTE MONTRANT L'EMPLACEMENT DES GRANDES RAFFINERIES DE PÉTROLE EN FRANCE

Les chiffres indiquent, pour chacune des raffineries françaises, la capacité de production annuelle en tonnes. Aux taches noires correspondent les gisements de combustible solide.

prophétique. Elle a pris une participation dans l'Anglo Persian, qui contrôle l'exploitation des gisements de l'Irak et de l'Iran. Elle a établi des bases de ravitaillement en pétrole pour sa flotte sur tous les points du monde. La politique britannique veut encore faire de l'océan Indien, base de départ de la plupart des gisements asiatiques de pétrole, une mer anglaise. Elle renforce Singapour, qui est la porte de l'océan Indien s'ouvrant sur l'Extrême-Orient. Elle s'attache à réaliser deux éléments importants pour cette politique dont l'Égypte est le nœud vital : d'une part, la ligne du Cap au Caire ; d'autre part, la route terrestre du Caire à Calcutta. Sur cette dernière route, elle a trouvé le pétrole. « La situation des champs de pétrole de



Mésopotamie et de Perse, écrivait un jour Sidney-H. North, longeant la route de l'Inde et de l'Extrême-Orient, fait que l'Angleterre a un intérêt vital à prendre dans ces pays une position si forte que nul autre qu'elle n'en puisse diriger l'exploitation. »

Toutes ces larges prévisions ont été renforcées et complétées par la création faite par l'*Anglo Persian*, à Abadan, d'une des trois plus puissantes raffineries de pétrole

brut par jour. Cette concession et l'usine appartiennent à la *Standard Oil Co*, de Californie, et à la *Texas Corporation*; mais, comme elle se trouve dans une zone d'influence britannique, tout le personnel est d'origine anglaise. La raffinerie, qui est une des plus modernes du monde, a été créée et mise en marche dans un délai de seize mois, record d'autant plus remarquable que toutes les pièces, représentant un poids total de

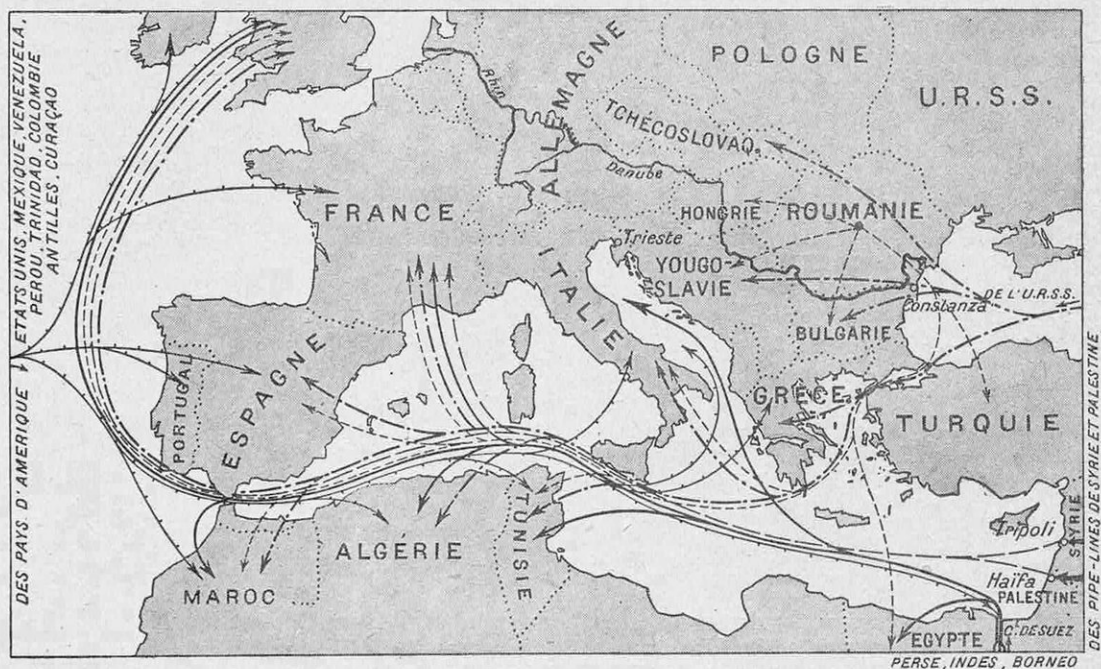


FIG. 4. — LE TRAFIC MARITIME DES PÉTROLES EN MÉDITERRANÉE

Par son rôle de liaison entre les trois continents : européen, africain et asiatique, la Méditerranée constitue un carrefour maritime où se développe un trafic pétrolier de plus en plus intense. La consommation pétrolière des pays riverains est passée de l'indice 100, en 1923, à 280-300 en 1937; en outre, la production pétrolière des pays du Proche-Orient croît rapidement : bassin de l'Irak qui débouche directement en Méditerranée, à Tripoli et à Haïffa; Iran, qui transite par le canal de Suez. On s'explique par là pourquoi tous les grands pays rivalisent pour jouer un rôle en Méditerranée et pourquoi l'Allemagne cherchera bientôt à y déboucher. Sera-ce par Trieste ou par la mer Noire ?

du monde. Elle répond au traitement de 6,4 millions de t de pétrole par an (celle de la *Royal Dutch*, à Curaçao, peut en raffiner 12,8 millions de t). Abadan a été choisie pour sa situation géographique. Elle est proche de sa source de ravitaillement : l'Iran. Elle est relativement à proximité du canal de Suez et elle permet le ravitaillement des quelques centaines de stations navales de la marine britannique qui parsèment l'océan Indien.

Citons encore la petite île de Tylos (Bahrein), sise dans le golfe Persique, qui, depuis la fin de l'année 1937, est le siège d'une exploitation pétrolière et d'une raffinerie de pétrole capable de traiter 3 500 t de pétrole

22 000 tonnes, provenaient des Etats-Unis. Il a fallu 2 800 ouvriers pour sa construction. Des tankers de 12 000 t peuvent être chargés à Bahrein.

La partie qui s'engage unit les Etats-Unis à l'Empire britannique. L' U. R. S. S. y apporte son concours. L'échiquier, c'est le Pacifique.

Au sud-ouest, le pétrole, le caoutchouc, l'étain, le sucre, toutes les richesses des Indes sont bien gardées. Depuis la Malaisie jusqu'à la Nouvelle-Zélande, en passant par le nord de Bornéo, la Nouvelle-Guinée orientale, l'Australie et la Nouvelle-Zélande, l'Angleterre est reine des airs et des mers. Avec une méthode rigoureuse, elle a fortifié

Singapour, rendue capable d'abriter de grandes escadres aériennes et navales. Singapour, c'est la base, le pilier de l'Empire sur le Pacifique. C'est aussi le pendant de la base américaine de Pearl Harbor, dans l'île Oahu,

Canada, avec ses immenses richesses minérales, à l'Ouest américain dont le sous-sol renferme le pétrole et de nombreux minerais. Dans ces conditions, à l'est et à l'ouest du Pacifique, les Anglo-Saxons do-

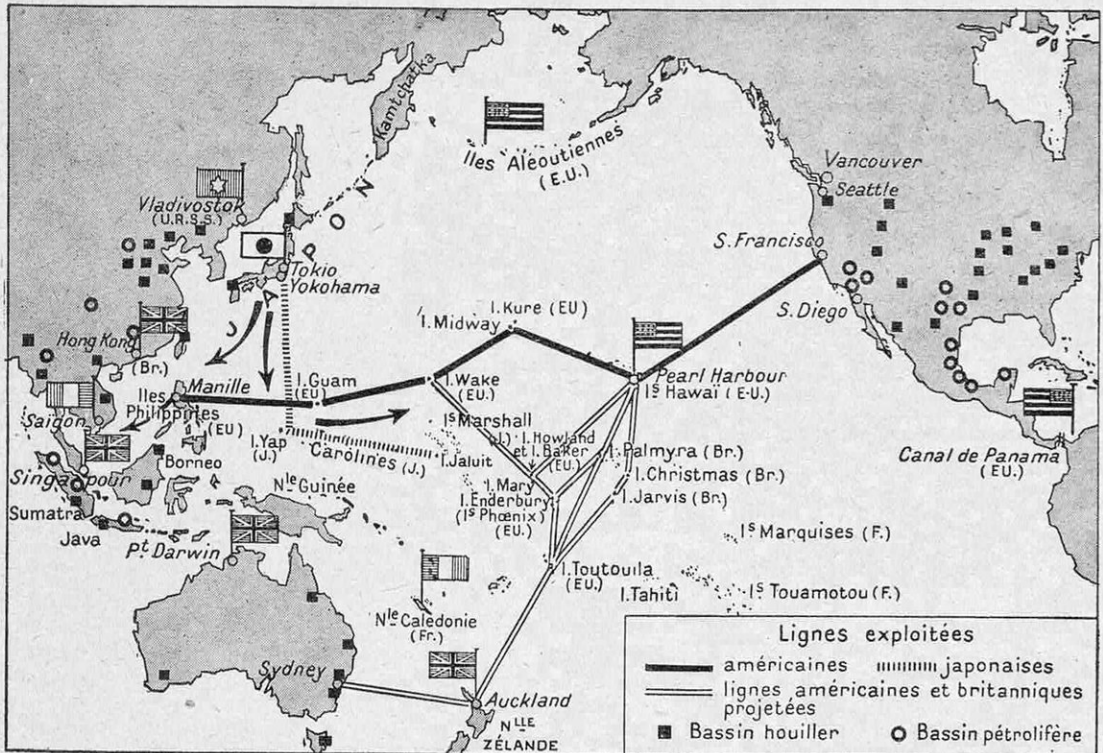


FIG. 5. — CARTE DE L'OcéAN PACIFIQUE MONTRANT L'EMPLACEMENT DES GISEMENTS HOUILLERS ET PÉTROLIFÈRES, LES RÉSEAUX AÉRIENS TRANSOCÉANIQUES ET LES POSITIONS STRATÉGIQUES DES GRANDES PUISSANCES (GRANDE-BRETAGNE, ÉTATS-UNIS, JAPON)

La compétition en cours dans le bassin du Pacifique porte d'abord sur les approvisionnements en matières minérales ; houille, pétrole, fer, étain, etc., puis sur le contrôle des grands trajets aériens, ce qui implique la constitution de bases, donc la possession d'îles parmi les nombreux archipels parsemant l'Océan Pacifique : Aléoutiennes, Philippines, Carolines, Marshall, Marquise, etc. Cette carte montre la conjugaison tant des centres stratégiques que des réseaux aériens américains et britanniques en vue de la défense des intérêts communs à la race anglo-saxonne. A l'ouest, l'Empire britannique a sa défense solidement appuyée de Singapour à la Nouvelle-Zélande, verrouillant l'Océan Indien. A l'est, les États-Unis ont rassemblé leurs forces dans le triangle dont les sommets sont représentés par les îles Aléoutiennes, les îles Hawaï et Panama. On sait qu'au début d'avril 1938, M. Roosevelt, d'accord avec le président Quezon (du gouvernement philippin), a décidé de reporter à la fin de 1960 la proclamation de l'indépendance « économique » des Philippines. Ces îles, sous le couvert de l'argument « économique », dissimulent à peine leur frayeur de se voir livrées à bref délai, sans armée, ni marine, aux convoitises de Tokio. Les États-Unis, d'autre part, semblent ainsi renoncer à la politique, amorcée par M. Hoover, de retrait à tout prix d'Extrême-Orient. Les Philippines s'ouvent, en quelque sorte, en Extrême-Orient, les forces américaines à celles de l'Empire britannique et font figure d'avant-poste extrême des États-Unis dans le Pacifique. Quant au pétrole mexicain, à l'est, sera-t-il échangé contre du matériel allemand ou payé comptant en espèces par la finance anglo-saxonne ? Autour du Pacifique sont engagées de redoutables luttes d'intérêts.

qui se situe dans la partie orientale de l'archipel des îles Hawaï (fig. 5).

Ce groupe des îles Hawaï constitue la position cruciale de la stratégie des États-Unis dans le Pacifique. Il est un des sommets du triangle îles Aléoutiennes-îles Hawaï-canal de Panama dans lequel est enclos le système de défense aérien et naval de la côte anglo-saxonne s'étendant de l'Alaska au

minent le pétrole et, par lui, le Pacifique.

La lutte pour la domination dans le Pacifique vient, d'ailleurs, d'entrer dans une phase nouvelle : le président Roosevelt a proclamé, au début du mois de mars 1938, la souveraineté des États-Unis sur les îles Canton et Enderbury de l'archipel Phoenix, à l'est de la Nouvelle-Guinée et sous le cercle de l'Équateur.

Il s'agit, pour les Etats-Unis comme pour le Japon, de posséder un grand nombre d'îles dans le Pacifique afin d'y créer des bases aériennes et navales.

Le Japon est déjà bien partagé. A la suite du traité de Versailles, il a obtenu le mandat sur les îles du sud : les Mariannes, les Marshalls, les Carolines, en tout deux mille cinq cents îles. Cet héritage, recueilli aux dépens de l'Allemagne et que jamais Tokio n'acceptera de restituer, constitue un avant-poste de l'empire du Soleil Levant.

Toutefois, par ce même traité, Guam (au nord de la Nouvelle-Guinée), du groupe Mariannes, a été attribué à l'Amérique, qui se trouve ainsi rapprochée des Philippines.

Grâce à l'occupation des îles du groupe Phœnix, l'Amérique pourra bientôt atteindre rapidement Manille, par la Nouvelle-Guinée, sans passer par Guam. Elle aura au nord du Pacifique une série de bases dans les îles Aléoutiennes, au centre la route déjà classique Honolulu-Guam et, plus au sud, quelques bases qui assurent en toute sécurité sa liaison avec les Philippines.

Dans la partie nord-ouest du Pacifique, les Soviétiques ont constitué un immense glacis aérien dont Vladivostok est le centre. Ils y auraient accumulé quelque 1 500 avions de bombardement et de chasse appelés à combattre en liaison avec d'importantes flottilles sous-marines.

Depuis lors, Tokio, qui surveille jalousement ce qui se passe à Guam et à Hong-Kong, aménage fébrilement ses îles du Pacifique. Notamment l'île Saïpan, à 84 km de Guam, a été fortifiée.

Au total, la parade nipponne est représentée par sa puissante armée navale, son réseau aéronautique axé, d'une part, suivant la direction Yokohama-îles Philippines-Haïnan, puis, d'autre part, selon l'axe Tokio-Saïpan-îles Marshall. On voit ainsi l'importance pour le Japon de l'île d'Haïnan, face

à l'Indochine, et de l'archipel des Philippines, avec ses îles dont le nombre est évalué à plus de 7 000. Mais où est le pétrole japonais ? Il n'y a guère que le charbon de la Mandchourie et du Japon qui puisse le lui fournir par synthèse. Le Japon n'a pas hésité à recourir à ce moyen et même à créer de nouveaux procédés pour réaliser cette transformation.

Le programme japonais correspondant est très vaste, puisqu'il vise à la fabrication annuelle de 2 millions de t de carburants de synthèse, ce qui correspond à une consommation de 9 millions de t de charbon, dont 4,5 à fournir par les mines japonaises, 2,3 par la Mandchourie et 2,2 par d'autres dépendances japonaises. Pour la réalisation de ce programme, il a été créé la *Société Impériale pour la Fabrication des Carburants*, dont les investissements sont prévus égaux à 750 millions de yens, soit près de 6 milliards de francs.

D'autre part, dès 1938, la *Compagnie charbonnière Showa* et la *Compagnie des Chemins de fer Sud-Mandchouriens* doivent fournir respectivement 50 000 et 20 000 t d'essence par an.

Enfin, lui est-il permis de faire fond sur l'entente qui serait intervenue entre les pays totalitaires et certains pays de l'Amérique centrale et de l'Amérique du Sud, producteurs de pétrole ? On ne saurait l'affirmer.

En ce qui concerne la stratégie aérienne dans les régions du Pacifique, on discerne sa subordination à la disponibilité d'essence procurant à l'avion un grand rayon d'action. C'est pourquoi l'aéronautique militaire, aux Etats-Unis, envisage de prescrire le seul usage d'essence à 100 d'indice d'octane, pour des avions capables de parcourir 4 200 km sans escale comme elle vient de le montrer avec ses avions de forteresses. Et ce n'est pas là un des points les moins curieux de la lutte pour le pétrole. CH. BERTHELOT.

La mauvaise récolte en blé, maïs, lin (graine), avoine, orge, riz, que vient de subir l'Argentine, a compromis singulièrement son économie nationale : quand l'agriculture va, tout va dans ce pays neuf, grand comme cinq fois la France ! A cela ajoutez la baisse des prix agricoles sur les marchés mondiaux, et vous comprendrez pourquoi — brusquement — la balance commerciale d'un pays devient déficitaire alors qu'elle était antérieurement largement excédentaire. L'organisme économique tout entier s'en ressent : les capitaux émigrent, la monnaie se dévalue, les réserves de la Banque Nationale s'épuisent. L'exemple de l'Argentine, encore récemment si prospère, « illustre » une fois de plus les causes et les conséquences des crises de la production (exportation), de la finance (capitaux), de la trésorerie (réserves de devises), de la monnaie (change).

# LA T. S. F. ET LA VIE

Par André LAUGNAC

## La reproduction des journaux à domicile en Amérique

**D**EPUIS quelques mois, plusieurs émetteurs de radiodiffusion des Etats-Unis ont fait place, dans leurs programmes quotidiens, à la transmission de fac-simile de journaux. Ces émissions ont

(100 lignes par minute), une transmission et une utilisation facile du « signal d'image ».

La réception se fait simplement en remplaçant le haut-parleur d'un récepteur ordinaire par le dispositif de reproduction.

On trouve actuellement, sur le marché américain, deux types principaux de reproducteurs de fac-simile à des prix abordables.

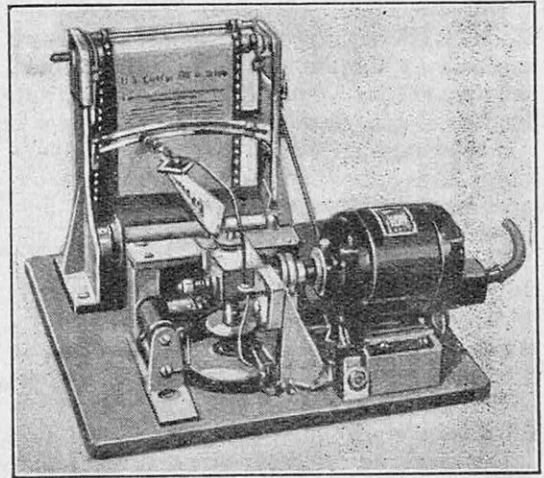
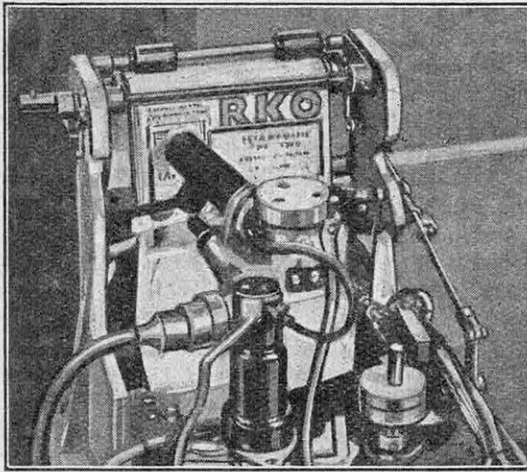


FIG. 1 ET 2. — TYPES D'ÉMETTEUR (A GAUCHE) ET DE RÉCEPTEUR (A DROITE) UTILISÉS AUX ÉTATS-UNIS POUR LA REPRODUCTION DES JOURNAUX A DOMICILE

lieu de minuit à 6 heures du matin. Les Américains trouvent ainsi, à leur réveil, non pas un résumé succinct de la presse, mais un journal entier. Avec le procédé actuellement mis en œuvre, on peut, en six heures, transmettre en effet 9 mètres de colonne de texte.

A l'émetteur, le texte à transmettre est exploré régulièrement par un mince faisceau lumineux, la lumière réfléchie étant recueillie par une cellule photoélectrique. Avant d'être utilisées pour moduler l'émission de la station, les variations du courant fourni par la cellule sont elles-mêmes modulées à 3 000 p/s. Cette fréquence-porteuse permet, malgré la faible vitesse d'exploration

Dans le système « Finch », un papier spécial, imprégné d'une solution électrolytique, se décolore sous l'action du courant électrique, la valeur de couleur résultante étant fonction de son intensité au moment considéré. Le courant étant modulé par les signaux à reproduire, on obtient, par suite, une image semblable à l'original, pourvu que les balayages à l'émission et à la réception soient maintenus au synchronisme.

Dans le système « R. C. A. », l'enregistrement est du type électromécanique. Un petit électroaimant, excité par les impulsions du signal, est relié à un petit marteau. Une feuille de papier carbone se déplace entre le stylet et la feuille de papier

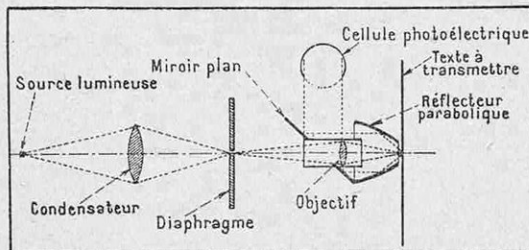


FIG. 3. — SCHÉMA OPTIQUE DE LA TRANSMISSION DES JOURNAUX PAR RADIO

*Le faisceau lumineux explore horizontalement le texte à transmettre qui se déplace lui-même verticalement à la vitesse de 25 mm par mn.*

blanc. Chaque coup laisse une empreinte dont la forme et la dimension sont déterminées par la force du coup.

Pour obtenir une reproduction correcte, l'appareil récepteur doit fonctionner, avon-nous dit, à la même vitesse que le transmet-teur. Il existe deux moyens simples de réali-ser ce synchronisme : utiliser pour l'entraîne-ment du système un petit moteur synchrone alimenté par le secteur alternatif de fré-quence constante, ou bien contrôler la vitesse par un bon diapason dont le nombre de vibrations varie très peu avec la température.

Ces appareils de reproduction fonction-ent sans surveillance ; ils sont du type continu, c'est-à-dire que le papier imprimé se déroule régulièrement. Les bobines de papier ont de 50 à 100 m de largeur, ce qui évite la recharge trop fréquente.

Ces transmis-sions quoti-diennes sem-blent obtenir une grande po-pularité aux Etats-Unis où de nombreux émetteurs font déjà depuis quelque temps des transmis-sions réguliè-res : plusieurs d'entre eux, du reste, ap-partiennent à des journaux.

### Pour communiquer avec l'Amérique sur ondes de 3 à 10 mètres

IL est actuellement admis par les techni-ciens des radiocommunications que les ondes inférieures à 10 m ne peuvent être reçues que s'il y a visibilité directe, ou presque, entre l'émetteur et le récepteur. En effet, de telles ondes semblent avoir la propriété de n'être que très peu réfléchies par la couche ionisée qui entoure la Terre, de telle sorte que, seuls, les rayons « directs » émanant d'une antenne émettrice sont sus-ceptibles d'être captés à distance par un récepteur.

Or, récemment, des amateurs américains ont pu recevoir, sur 5 m de longueur d'onde, des émissions anglaises, c'est-à-dire que ces ondes ont été reçues bien au delà des limites de la visibilité directe. De tels résul-tats montrent que des récepteurs à la fois sensibles et d'un réglage facile peuvent assu-rer aux ondes très courtes des portées bien supérieures à celles qu'on leur attribuait jus-qu'à maintenant.

Voici la description sommaire d'un tel récepteur (fig. 4). Le montage est un super-hétérodyne de conception particulière : le changement de fréquence ne s'opère plus

comme dans les superhétérodynes clas-siques, au moyen de deux circuits accordés, mais à l'aide d'un seul placé dans le circuit grille de la première lampe. Tout le strata-gème consiste à placer dans le circuit de la cathode une petite self de choc d'un type particulier, qui permet l'entretien d'une oscillation locale. Cette oscillation a une fréquence un peu différente de celle de l'ac-cord du circuit oscillant de la grille et, par conséquent, de la fréquence de l'onde à recevoir. Dans le circuit d'anode de la pre-mière lampe, on retrouve donc classique-ment le résultat de l'interférence des deux oscillations, soit l'équivalent de deux oscil-lations, l'une de fréquence égale à la somme des deux fréquences en question ( $F+f$ ), l'autre de fréquence égale à leur diffé-rence ( $F-f$ ). Une capacité de 0,000 1 microfarad,

reliant l'anode à la masse, éli-mine  $F+f$ , et il n'est transmis à la grille de la lampe sui-vante que la fréquence in-termédiaire  $F-f$ . La liai-son moyenne fréquence entre lampes se fait par un système résistance-ca-pacité. Certes, une liaison réa-lisée par des

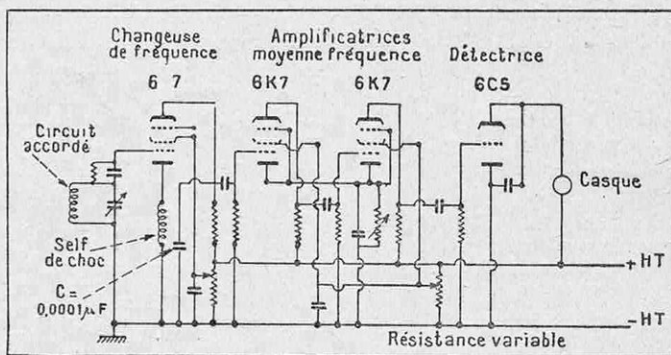


FIG. 4. — RÉCEPTEUR POUR ONDES DE 3 A 10 M

transformateurs moyenne fréquence four-nirait une amplification plus élevée, mais obligerait à utiliser un dispositif de chan-gement de fréquence plus compliqué.

Le récepteur comporte au total quatre lampes métalliques ainsi réparties : 1 chan-geuse de fréquence ; 2 moyenne fréquence ; une détectrice.

Le réglage de la sensibilité s'obtient en insérant une résistance ajustable dans les cathodes des deux lampes moyenne fré-quence. L'emploi de lampes métalliques rend facultatif le blindage des diverses parties du récepteur. Il faut quatre bobines interchan-geables de quelques spires dans le circuit d'accord pour couvrir la gamme de 3 à 10 m.

Ce récepteur, malgré sa simplicité, est très sensible ; il est d'un réglage facile, son bruit de fond est très réduit. C'est le récepteur idéal pour la téléphonie sur la gamme de 3 à 10 m.

### Après le haut-parleur électrodynamique, voici le casque électrodynamique

LE casque téléphonique, d'emploi très généralisé, il y a quelques années, est aujourd'hui d'une utilisation peu fré-quente. Les haut-parleurs électrodyna-miques surtout l'ont fait abandonner pres-que complètement des auditeurs de la radio-

diffusion. Il est cependant, à l'heure actuelle, certains cas où l'emploi d'un casque, muni d'écouteurs de haute fidélité, est indispensable. Pour l'enregistrement phonographique, le cinéma parlant et l'émission radiophonique, par exemple, il n'est pas toujours possible d'utiliser un haut-parleur de contrôle : le casque permet alors à l'opérateur de s'isoler des bruits étrangers sans s'enfermer dans un local spécialement aménagé.

La plupart des casques téléphoniques sont malheureusement loin de reproduire d'une manière égale toutes les fréquences audibles ; ils présentent généralement une pointe de résonance très marquée vers 1 000 à

2 000 p/s, et les notes graves subissent par suite un affaiblissement considérable.

On est parvenu aujourd'hui à réaliser des écouteurs de qualités électroacoustiques très améliorées en s'inspirant de la technique des haut-parleurs électrodynamiques à bobine mobile et à aimant permanent. Ces écouteurs permettent une reproduction uniforme, avec très peu de distorsion, de toutes les fréquences comprises entre 100 et 6 000 p/s.

La figure 5 montre la disposition des organes d'un tel écouteur : la bobine mobile,

à une seule couche, est constituée par un ruban d'aluminium enroulé sur champ ; les différentes spires sont isolées entre elles au moyen d'un vernis-émail qui en assure en même temps la rigidité. Cette bobine est placée dans un champ magnétique intense produit par un aimant permanent en acier au cobalt. Le diaphragme, en forme de dôme, est constitué par une feuille de duralumin ; il est solidaire de la bobine.

Le diaphragme et la bobine vibrent comme un piston sous l'action des courants de fréquences acoustiques qui alimentent l'écouteur.

Les propriétés acoustiques d'un tel écouteur dépendent des caractéristiques

du diaphragme et aussi du volume et de la forme des espaces remplis d'air ménagés de part et d'autre de celui-ci. En modifiant convenablement ces différentes parties, il est possible d'obtenir la fidélité désirée.

La cavité intérieure est garnie, en outre, d'un système d'amortissement constitué par une plaque percée de trous et recouverte d'une couche de soie. L'écouteur est appliqué contre l'oreille au moyen d'une pièce en caoutchouc spongieux qui isole des bruits extérieurs et, en même temps, facilite la reproduction des notes graves.

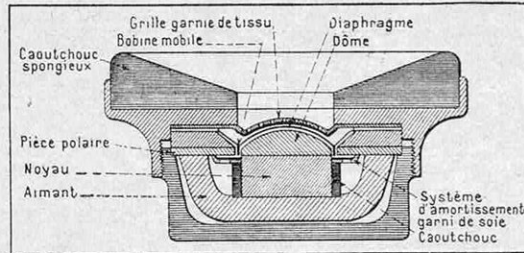


FIG. 5. — DISPOSITION DES ORGANES D'UN ÉCOUTEUR ÉLECTRODYNAMIQUE

Ondes courtes, sondage électromagnétique, radiogoniométrie, radioguidage, radiophares sont des termes techniques aujourd'hui familiers à tous ceux qui suivent l'évolution de la physique moderne et de ses applications. Or, il y a cinquante ans seulement — au printemps de 1888 — qu'un jeune savant allemand R.-H. Hertz, professeur à la « Technische Hochschule » de Karlsruhe, publiait un mémoire sur ses expériences relatives à la propagation de la « force » électrique dans l'espace. C'est là l'origine des ondes *hertziennes* qui ont permis, par la suite, de réaliser d'abord le télégraphe sans fil, puis la radiodiffusion et enfin la télévision. La propagation des oscillations électriques (oscillateurs de Hertz) à travers l'espace avait autorisé la *transmission à distance* (sans autre intermédiaire que ce que l'on appelait alors l'éther) des signaux, des sons, des images. Hertz avait à peine trente et un ans, et c'est en reprenant les *théories* du célèbre Maxwell (identité des radiations électromagnétiques et des radiations lumineuses) qu'il découvrit *expérimentalement* les ondes qui portent désormais son nom : il avait, en effet, imaginé le premier émetteur rudimentaire et le premier détecteur (résonateur de Hertz) qui « recevait » les « courants électriques se propageant dans le vide ». Ainsi était mise en évidence l'existence même des *ondes électromagnétiques* dont Hertz étudia, le premier, les propriétés. La voie était désormais ouverte aux « applicateurs » : onze ans après cette magistrale découverte du savant allemand (mort en 1894) qui marquait une date historique, le premier radiotélégramme franchissait la Manche en 1899 (Marconi). C'était un événement considérable dans l'histoire des transmissions de la pensée et de la parole humaines.

## LES LIVRES QU'IL FAUT MÉDITER

Sous cette rubrique, une personnalité éminemment qualifiée pour chaque genre d'ouvrage analyse les livres les plus récents, qui font époque dans les différents domaines de la pensée humaine appliquée à l'interprétation des faits et des idées modernes.

### LE JAPON « AUX PIEDS D'ARGILE »

LE parti pris résulte le plus souvent d'une sorte de partisanerie politique lorsqu'il s'agit de juger un homme, un régime, une œuvre. A ce point de vue, le Japon moderne n'échappe pas, en ce moment, à cette manifestation de la faiblesse humaine, puisque les uns le considèrent comme une puissance qui ne serait sujette à aucune défaillance, alors que les autres l'envisagent, au contraire, comme un colosse aux pieds d'argile. C'est du moins ce qui résulte d'un ouvrage, fort bien documenté du reste, publié récemment par une Anglaise qui a séjourné et étudié longuement au pays du Soleil Levant : le docteur Freda Utley, traduction française de M. Vaneix (1). En France, comme, du reste, dans la plupart des nations européennes, nous connaissons imparfaitement le Nippon actuel ; les légendes qui entourent son évolution n'ont pas peu contribué à nous en donner une idée inexacte. Il est vrai que cette évolution rapide et quasi triomphale, depuis la victoire sur la Russie en 1905, tendrait à nous faire admettre sa supériorité incontestable dans bien des domaines : économie, puissance militaire et navale notamment. Cette expansion a paru même inquiétante pour les autres pays du globe, en particulier pour la Grande-Bretagne et les Etats-Unis. En effet, le peuple nippon est passé (en quelques décades) de la civilisation médiévale à une civilisation ultra-moderne, imposant même au vieux monde ses méthodes commerciales et industrielles à l'abri de sa puissance politique et militaire. Ce gigantesque édifice, si prodigieusement et rapidement construit au cœur de l'Extrême-Orient, est-il aussi solide qu'une certaine opinion internationale le croit (en dehors des initiés)? Tel est le sujet que M<sup>me</sup> Freda Utley s'est efforcée de nous présenter dans un livre de quelque 500 pages. La traduction française, fort bien faite, apparaît au moment opportun, puisque nous sommes à une époque où chacun se demande quelle sera la répercussion des « événements » actuels en Chine sur l'avenir du peuple japonais. Si le but

essentiel de cet ouvrage est évidemment de dissiper beaucoup d'idées fausses (ayant cours en Europe comme en Amérique) sur la grandeur de l'empire du Mikado, il nous a semblé parfois que les faits et les chiffres y étaient interprétés dans un sens systématiquement hostile à la politique poursuivie par le Japon depuis bientôt cinquante ans. Autrement dit, M<sup>me</sup> Freda Utley proclame (tous les chapitres de son ouvrage tendent à le démontrer) que le « Japon est en train de bluffer le monde ». Il se serait lancé, dit-elle, dans le jeu de la politique mondiale et des agressions militaires avec le minimum de moyens. Or, si on ne met pas bientôt fin à ce bluff, il est cependant en situation d'obtenir un succès dont on pourrait aisément le frustrer. Ce pays, qui se prétend l'« Angleterre de l'Orient », est, en effet, un pays pauvre, dépourvu de la plupart des matières premières dites « stratégiques », sans carburants naturels, mal équipé au point de vue de la production industrielle (sauf pour les constructions navales, le textile et certaines branches de la construction mécanique appliquée aux armements). Cette nation impérialiste ne peut donc satisfaire les besoins de sa propre économie et sera incapable de satisfaire aussi ceux des territoires qu'elle conquiert. Les exportations se réduisent, en somme, pour les matières premières, à la soie produite par les paysans. Avec les dollars que le Nippon en tire, il achète le coton destiné à être transformé par ses manufactures. C'est pourquoi son gouvernement cherche à exploiter d'autres champs d'activité industrielle en vue de rendre, si possible, son économie plus indépendante de l'Amérique. C'est pourquoi aussi la Chine apparaît alors comme une terre promise (fer, houille, culture possible du coton, terres de Mandchourie aptes à l'élevage, etc.) Tel est le destin promis au Japon moderne sur le continent asiatique. Mais des observateurs impartiaux ayant séjourné longuement dans les villes et les campagnes nippones se sont bien vite aperçu que l'admiration professée par certaines nations européennes n'était pas sérieusement fondée : il y aurait loin de la conception « idéale » que l'on s'en fait

(1) *Le Japon aux pieds d'argile*, par le docteur FREDA UTLEY, traduction de l'anglais par VANEIX. Prix franco : France, 50 f ; étranger, 52 f.

en Occident par rapport à la réalité assez décevante constatée sur place. Et M<sup>me</sup> Utley se livre à un sévère réquisitoire, riche en arguments, pour nous faire abandonner cette fiction. Elle nous montre ainsi les paysans à demi morts de faim, les enfants affamés travaillant pour rien, les femmes esclaves et misérables dans les ateliers ou les « maisons de thé », etc. Le Japon serait donc non seulement vulnérable de par sa pauvreté économique, mais encore de par sa misère sociale sous un régime de féodalité presque médiévale ! Civilisation occidentale ultra-moderne combinée avec cette civilisation traditionnelle de l'Orient aboutissent donc à un bluff gigantesque à l'usage des étrangers. Grâce au docteur F. Utley, en lisant *Le Japon aux pieds d'argile*, le lecteur pourra perdre pas mal de ses illusions sur la puissance, la valeur, la « culture » du peuple japonais tel qu'il est aujourd'hui.

Ainsi, comme la Russie de 1906 et de 1914, le Japon de 1918 à 1938 serait, lui aussi, un colosse aux pieds d'argile ! Telle est du moins la conclusion qui paraît ressortir à la lecture de cette œuvre consciencieuse, mais souvent partielle, d'après des observateurs, eux aussi, bien renseignés aux sources mêmes au cours de leurs voyages d'études en Extrême-Orient. Ces réserves faites quant « à l'esprit » dans lequel ce livre a été rédigé, nous ne pouvons que nous instruire en parcourant les chapitres consacrés notamment à l'industrie et à l'agriculture nippones, à la main-d'œuvre japonaise et à l'état déficient dans lequel se trouve, à tous points de vue, la paysannerie, d'où ces bas salaires résultant d'une condition sociale voisine de la misère. Les chiffres fournis à cet égard sont particulièrement éloquentes. C'est cette misère agraire qui procure aux filatures de soie et de coton, aux manufactures de rayonne, en un mot à toute l'industrie textile japonaise, l'ouvrière à bon compte. A ce propos, il faut se souvenir qu'au Japon la femme demeure encore dans une complète sujétion des hommes qui peuvent à leur guise disposer de leur liberté. Aussi, tant que l'industrie pourra trouver à bon marché cette main-d'œuvre féminine si abondante et si facile à recruter, les hommes eux-mêmes ne pourront obtenir également que des salaires dérisoires, même en tenant compte du standing de vie de la population, pour laquelle le coût de l'existence n'est pas aussi minime qu'on a bien voulu le dire : le riz *au détail* est plus élevé sur certains marchés du Japon qu'à Londres ; il en est à peu près de même pour le logement, et aussi pour l'achat des cotonnades, à peine moins chères qu'en Angleterre ! Cependant le salaire journalier des ouvrières en coton atteignait à peine (en 1934) 0,71 yen (soit 6 de nos francs d'alors) pour 8 h 1/2 de travail effectif. Mettant à profit de telles conditions de main-d'œuvre, jointes à l'absence d'in-

termédiaires, à l'organisation d'un cartel de vente, à l'affranchissement des banques, il n'est donc pas étonnant que le filateur d'Osaka surclasse de loin l'industriel du Lancashire, quant aux prix de revient !... Cet ouvrage mérite l'attention de tout critique impartial parce qu'on y trouve exposée une thèse documentée, mais nettement opposée à celle si souvent développée en Occident sur le péril japonais. Les vues de son auteur sur l'imminence d'une révolution sociale, et l'épreuve que subit actuellement le Japon dans un vaste conflit armé d'où dépend ou sa suprématie, ou son effondrement, comme puissance de première grandeur de l'Extrême-Orient, doivent nous inciter à réfléchir avant d'interpréter les faits relatés par le docteur F. Utley.

En résumé, le tableau brossé par M<sup>me</sup> Utley est assez noir. Le Japon ne dispose, en effet, d'aucune matière première, sauf pour le charbon (le septième de l'Angleterre) et pour le fer (la moitié de la Belgique) ; il ne possède pas de grande industrie (sauf constructions navales et textile). Absence de capitaux, dépendance de l'importation étrangère pour la plupart des besoins de son économie et de carburants en particulier (1), budget en déséquilibre (deux tiers des dépenses couvertes par l'emprunt), trésorerie inexistante, balance commerciale déficitaire, dette nationale représentant près de 94 % du revenu national, telles sont les ombres les plus accentuées de ce tableau d'ensemble. Dans ces conditions, on peut se demander évidemment si le gouvernement de Tokio peut encore recourir aux emprunts. Ajoutons, en outre, que les deux tiers des familles paysannes travaillent sur des espaces inférieurs à 50 ares. Enfin, près de 70 % de ces familles rurales versent environ 50 % de leurs récoltes aux propriétaires des terres qu'ils exploitent, et les frais d'exploitation absorbent presque tout le reste ! Quant à la situation économique (2), et financière du Japon, on sait que quatre

(1) Le gouvernement de Tokio poursuit actuellement un plan de production de carburants de synthèse qui a été établi, en août 1937, en vue de pourvoir à la moitié au moins de ses besoins d'ici 1940. Ce plan consiste à construire des usines pour l'hydrogénation de la houille (à Agochi, à Fushun, à Schiegal). Pour l'obtention de l'essence synthétique par le procédé allemand « Fisher », une installation sera achevée en 1939 à Ornuda et une autre dans le Mandchoukouo, à Fushun. Enfin, pour les procédés de distillation à basse température, des usines sont actuellement en construction en Corée, à Elsan, aux houillères de Sakhaline, à Murorau (procédé nippon « Waniski »), à Ube (procédé « Koppens »), à Hokkaido. Ce vaste programme de constructions industrielles suffit à démontrer l'importance qu'attache le Japon à la synthèse chimique.

(2) Au cours de l'année 1937, les importations au Japon ont augmenté beaucoup plus que les exportations (329 millions de yen pour les importations contre 276 millions pour les exportations). Ceci tendrait à démontrer que son expansion commerciale, assurée par le fameux « dumping », est contrebalancée par des achats croissants de produits étrangers. Parmi ceux-ci, laine, coton, produits chimiques nécessaires à la conduite d'une guerre n'ont, en effet,



puissants trusts « familiaux » (Misui, Mitsubishi, Sumimoto, Yasuada) représentent à eux seuls la totalité du capital investi dans le pays. Ce sont ces grands trusts qui absorbent par suite, à eux seuls, le bénéfice des conquêtes territoriales (richesses du sol et du sous-sol) en Mandchourie, Jehol, Tchahar, Chine. Tout cela aboutit, nous l'avons vu, à une paysannerie misérable, vivant chichement sous le régime d'une sorte de féodalité agricole (1), industrielle, militaire, à côté d'un prolétariat ouvrier presque aussi pauvre, dont le standing de vie rappelle celui de nos populations noires africaines par exemple. Brochant sur le tout, le docteur

cessé de s'accumuler au Nippon depuis 1935, en vue de constituer d'importants stocks stratégiques en dehors des besoins normaux de l'économie nipponne. A l'heure actuelle, sa politique économique tend à « expulser » du Pacifique et de l'océan Indien le commerce des Occidentaux par une concurrence appropriée entre les marines marchandes britannique et nipponne en Extrême-Orient. C'est pour cela qu'il a sans cesse accru le tonnage de sa flotte de commerce (4 475 000 t en 1937), ce qui la classe maintenant au troisième rang dans le monde, à la suite d'une politique de constructions navales dans ses chantiers nombreux qui travaillent trois fois plus vite que ceux de l'Angleterre elle-même. En 1938, il y a actuellement en construction, rien que pour la marine marchande japonaise, plus de 80 bâtiments de commerce, alors qu'en France il n'y en a pas 10.

(1) Quand on médite sur les répercussions du « paupérisme » au Japon, il revient en mémoire cette opinion formulée au sujet d'une autre nation par Napoléon III, dès 1843, dans son ouvrage intitulé : *Extinction du paupérisme* : « C'est un peuple d'élite

Uteley a aussi montré comment la jeune fille était traitée au Japon : servante, prostituée, ouvrière d'usine. En effet, les parents percevant des avances sur les salaires de leurs enfants, la jeune Japonaise pauvre ne peut disposer d'elle-même ! Avec cela, le peuple japonais n'a ni goût, ni aptitudes pour la colonisation ; alors pas d'émigration. Quant à l'armée, elle reflète, et l'équilibre précaire des forces sociales japonaises, et les antinomies de l'économie nipponne elle-même ainsi que les menaces latentes de révolution. Ce géant aux pieds d'argile tombera-t-il aussi rapidement que s'est écroulé l'empire des tsars, par exemple, en cas de défaite militaire ? C'est encore une question que pose le docteur Uteley dans son intéressant volume que nous venons d'analyser en toute objectivité, sans partager ici toutefois certaines sympathies idéologiques de l'auteur qui pourrait parfois fausser notre jugement, même en se basant sur des faits scrupuleusement contrôlés. Juger, c'est en effet interpréter, et, souvent, à vouloir trop prouver, on risque de moins convaincre.

G. BOURREY.

au milieu d'une classe de sybarites », parce que les travailleurs y sont en surnombre, ce qui permet au patronat d'imposer au salariat des rémunérations de famine pour un labeur toujours intensif et souvent excessif. Une telle constatation explique bien des choses dans l'histoire économique, politique et sociale du Nippon moderne.

## 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.

### *Le soleil et la propagation des ondes*

ON sait que l'ionosphère (1) est une région très élevée de l'atmosphère terrestre, dont l'électrisation (ionisation) provoque tantôt la réflexion des ondes radioélectriques, tantôt leur réfraction progressive, suivant un mécanisme analogue au « mirage » pour les rayons lumineux (2), tantôt encore leur absorption. Ces actions varient tant avec le degré d'ionisation de l'ionosphère qu'avec la fréquence des ondes émises. Les variations de l'ionisation sont elles-mêmes déterminées par le rayonnement solaire, et il est évident que l'étude des anomalies constatées dans la propagation des ondes peut servir en quelque sorte à déceler les variations de ce rayonnement, ainsi que l'a montré M. R. Bu-

reau, sous-directeur de l'O. N. M. Si, en dehors des variations périodiques de l'ionosphère (variations diurnes et nocturnes au cours de vingt-quatre heures, variations annuelles et celles correspondant à la période de onze ans de l'activité solaire), survient un phénomène puissant tel qu'une éruption chromosphérique (1), il doit donc se révéler par une perturbation dans la réception des ondes dont la longueur est convenable. C'est en effet ce que l'on a constaté récemment et que l'on a désigné sous le nom de « perturbation ionosphérique à début brusque ». Ainsi, en mai 1935, toutes les réceptions d'ondes courtes subirent un évanouissement brusque et reprirent lentement leur ancienne valeur. D'autre part, M. Bureau a enregistré, au contraire, un renforcement rapide pour les ondes longues, phénomène dû à une amélioration subite de la propagation. Ces observations simultanées et opposées, concordant avec de puissantes éruptions dans la chro-

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

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 245, page 395.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 250, page 287.

mosphère, s'expliquent aisément. Le rayonnement direct émis par le Soleil — genre ultraviolet — provoque une ionisation considérable de la couche de l'ionosphère dans toute la partie éclairée de l'atmosphère terrestre. Cette couche *E* est traversée par les ondes courtes qui sont en majeure partie absorbées, d'où les évanouissements. Les ondes longues sont, au contraire, réfléchies, d'où les renforcements constatés. Ainsi, l'enregistrement de ces perturbations constitue un excellent moyen de détection de certains phénomènes solaires. Cependant, pour que l'observation soit complète, il faudrait connaître les enregistrements effectués de l'autre côté de la Terre, car, nous l'avons dit, les anomalies relevées ne se produisent que pendant le jour.

### *Le transport du radium en automobile*

IL est exact qu'en Angleterre, où la lutte contre le cancer se poursuit activement grâce à la générosité de donateurs dont l'un a offert plus de 15 millions de francs, on utilise une automobile spéciale destinée au transport du radium du *Central Radium Pool* vers les hôpitaux qui en font la demande. Cette automobile, qui n'aura jamais à transporter plus de 1 g de la précieuse substance, comporte un coffre dans lequel le radium est enfermé sous une couche de plomb de 102 kg. Ainsi le chauffeur de la voiture est mis à l'abri des émanations radioactives.

### *Freinage et synchronisation des hélices sur les avions multimoteurs*

LA « mise en drapeau » d'une hélice d'avion consiste bien à orienter ses pales de façon qu'elles présentent au vent relatif leur profil, c'est-à-dire le minimum de surface. On sait que ce dispositif est, notamment, très utile sur les multimoteurs dont un moteur est en panne. Il empêche alors l'hélice de tourner comme un moulinet sous l'action de l'air, ce qui risque de détériorer considérablement le moteur entraîné alors par l'hélice. De plus, la résistance aérodynamique de l'aile en drapeau est beaucoup plus faible, d'où un moins grand déséquilibre dans la propulsion de l'avion et une réduction des vibrations dues aux tourbillons créés par l'hélice placée dans sa position normale. Pour éviter ces vibrations nuisibles, on utilise aujourd'hui, lorsque la mise en drapeau n'est pas possible, des freins qui permettent d'arrêter instantanément l'hélice dans le moteur est défaillant.

Toujours dans le but de limiter les vibrations, on a reconnu l'intérêt de faire tourner

à la même vitesse toutes les hélices d'un appareil multimoteur. Comme chaque moteur est réglé séparément par le pilote, il est évidemment difficile d'obtenir ce résultat, les compte-tours ne donnant pas une précision suffisante. Un nouvel appareil, dénommé « synchronoscope », commandé par les contacts d'allumage des magnétos, ne pesant que 300 g, suffit maintenant pour réaliser cette synchronisation des hélices.

### *Le tungstène peut remplacer le plomb pour la protection contre les émanations du radium*

LES tissus organiques sont d'autant mieux protégés contre les radiodermes — dont sont victimes ceux qui utilisent fréquemment le radium au cours de recherches scientifiques ou d'applications thérapeutiques — qu'ils sont séparés de la substance radioactive par un écran métallique d'une plus grande densité arrêtant les rayons  $\gamma$  (gamma). C'est pourquoi le plomb (densité 11,35) est couramment utilisé, et il n'est pas rare que le poids des récipients ainsi constitués atteigne 25 à 50 kg. Or, non seulement le poids, mais encore l'encombrement de tels récipients, rendent leur manipulation difficile. Aussi a-t-on cherché un alliage plus dense que le plomb, efficace par conséquent sous une épaisseur moindre. Seul, le tungstène pouvait convenir dans des conditions de prix non prohibitives. Malheureusement, d'une part, la température de fusion du tungstène (plus de 3 000°) interdit le moulage de quantités suffisantes de tungstène et, d'autre part, ce métal ne fond pas, au sens propre du terme. La poudre de tungstène, très fortement chauffée, s'agglomère en grains plus ou moins gros. C'est ce que l'on appelle le *frittage*, phénomène qui se produit sous l'action de la pesanteur à des températures inférieures au point de fusion. Or, ce phénomène s'accompagne d'un accroissement de la densité. Ainsi, en utilisant ce frittage du tungstène, on a pu réaliser un nouvel alliage de densité 16,3 à 16,5, qui s'obtient en ajoutant à la poudre de tungstène 5 % de cuivre et 5 % de nickel fondant respectivement à 1 084 et 1 400° C, et en chauffant le tout, comprimé et moulé suivant la forme de la pièce à obtenir, à 1 450° C en atmosphère d'hydrogène. Les particules de tungstène sont, en quelque sorte, enrobées dans un ciment de cuivre et de nickel, et l'alliage obtenu peut être travaillé mécaniquement. On prépare ainsi des rondelles de 25 mm d'épaisseur et 125 mm de diamètre qui, empilées avec interposition d'une feuille de nickel et chauffées à 1 450° C, sont intimement soudées entre elles pour constituer les récipients à radium.

Cet alliage très dense est également utilisé pour l'équilibrage des vilebrequins des mo-

teurs d'automobiles de courses et d'avions, et la fabrication de rotors de gyroscopes. On l'emploie aussi dans la confection de larges contacts pour interrupteurs électriques de grande puissance, le tungstène présentant une très faible tension de vapeur. On a pu « couper » ainsi facilement des courants de 130 000 A sous 6 000 V.

### Gazogènes et panification

LE pain d'aujourd'hui ne présente plus les mêmes propriétés que celui d'autrefois au point de vue de sa valeur nutritive comme à celui de sa digestibilité. Les exigences des consommateurs (1) et le chauffage au mazout des fours sont, pour une part, responsables de cette situation. Si celui-ci simplifie le travail du boulanger (manutention, nettoyage) et accroît son rendement (rapidité de chauffe), il offre, par contre, l'inconvénient d'être trop brutal. Ainsi, la formation de la croûte est trop rapide et l'intérieur du pain cuit mal, parce que la température voulue est atteinte avant que les parois du four aient pu emmagasiner, pour la restituer ensuite lentement, une quantité de chaleur suffisante. Le chauffage au bois apparaît donc préférable. D'ailleurs, certains fours modernes ont pratiquement résolu le problème de la propreté de leur sole et de la récupération du charbon de bois, à son tour utilisable pour l'alimentation des véhicules à gazogènes chargés de transporter le bois à la boulangerie. Ainsi un boulanger fabriquant 600 kg de pain par jour (en six fournées) brûle 250 kg de bois. Sur les 40 kg de braise produits, la moitié est réservée à la camionnette, remplaçant ainsi environ 12 litres d'essence. Sur les 12 500 kg de charbon produits par an, 6 250, représentant 1 875 f (à 300 f la t), remplacent donc 3 750 litres d'essence, soit 9 525 f (à 2 f 54 le litre). L'économie de 7 650 f, jointe au prix de vente des 6 250 kg de charbon de bois, suffit à payer le bois de chauffage.

Ainsi chaque fois que le charbon de bois forme le résidu d'installations utilisant les calories dégagées par la carbonisation du bois, son emploi sur les gazogènes apparaît particulièrement avantageux.

### A propos du matériel chimique de guerre

VOICI quelques renseignements demandés concernant la fabrication du « Matériel chimique de guerre » (M. C. G.) de 1915 (2) à 1918. Le chlore utilisé en France avant 1914 pour l'industrie provenant d'Allemagne, le M. C. G. dut créer des usines

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 184, page 325.

(2) On sait que la première émission de chlore gazeux par les Allemands fut effectuée le 22 avril 1915 sur un front de 6 km, causant 5 000 morts.

d'électrolyse du sel marin dans les Pyrénées et dans les Alpes. Elles produisirent 24 000 t de ce gaz, base des différents toxiques de guerre dont 54 000 t furent préparées en trois ans ; 17 millions d'obus toxiques furent lancés par les Français. On sait que, dès 1915, le M. C. G. avait mis au point un toxique aux effets foudroyants, la *vincennite* (50 % d'acide cyanhydrique, 30 % de chlorure d'arsenic, 15 % de chlorure stannique, 5 % de chloroforme) ; 4 160 t de ce toxique furent fabriquées de 1916 à 1918. Certains scrupules et l'extrême danger présenté pour sa fabrication en retardèrent et en limitèrent l'emploi. En ce qui concerne la protection, on fabriqua : d'avril 1915 à août 1915, plusieurs millions de tampons à l'hyposulfite ; d'août 1915 à avril 1916, 6 800 000 sachets, 4 500 000 tampons P, 1 million de masques T, 6 800 000 masques T. N., 11 850 000 paires de lunettes ; d'avril 1916 à novembre 1918, 5 271 470 masques A. R. S. ; 690 000 appareils Tissot, 100 000 appareils à oxygène, 250 000 appareils de protection pour chevaux, 300 000 appareils de protection collective. On conçoit qu'une telle industrie ne puisse être improvisée du jour au lendemain. Puisqu'il est reconnu aujourd'hui que le facteur surprise doit jouer un rôle primordial à l'ouverture des hostilités, il importe donc, pour assurer la Défense nationale, que la mobilisation industrielle comporte un programme de stockage et de fabrication mis au point dès le temps de paix dans chaque usine de produits chimiques.

### Pour défendre les arbres fruitiers contre les gelées

CE n'est pas, en effet, par simple réchauffage de l'atmosphère (ce qui exigerait un nombre de calories excessif) que l'on combat la gelée, même lorsqu'on emploie des réchauds disséminés sur l'étendue de la culture à protéger, mais surtout par brassage de l'air. Comme sa température peut varier de plusieurs degrés entre le sol et une hauteur de 10 m (par exemple de  $-5^{\circ}\text{C}$  à  $0^{\circ}\text{C}$ ), la colonne d'air chaud ascendante produite par les réchauds monte jusqu'à ce qu'elle soit en équilibre de température avec l'atmosphère, puis redescend en nappe vers le sol par suite du « tirage » provoqué par la combustion dans les réchauds. La gelée peut être ainsi évitée à condition de disposer environ 150 sources de chaleur à l'hectare. La difficulté consiste surtout à se procurer ces sources au moindre prix. Il semble que de vieux bidons de carbure, par exemple, garnis de coke ou de boulets, en ayant soin de ménager une cheminée centrale et des ouvertures latérales, doivent convenir parfaitement.

## COMMENT ON RÉALISE UNE TOITURE ÉTANCHE ET INALTÉRABLE, GRACE A L'ALUMINIUM

**L**e *paxalumin* est né, on le sait, de la recherche d'un matériau inaltérable, facile à mettre en œuvre, assez léger et économique pour constituer des toitures d'un bel aspect, résistant aux intempéries. On sait que l'aluminium, que le four électrique permet de préparer à un haut degré de pureté (98 et 99 %, et même 99,8 % pour certains emplois particuliers), présente précisément les qualités requises. Aussi fut-il essayé, il y a un quart de siècle, pour la couverture des bâtiments. Cependant, si l'aluminium est très léger (il pèse 3 fois moins que le cuivre et l'étain), l'épaisseur sous laquelle il fallait l'employer conduisait à un prix de revient élevé. D'autre part, les procédés habituels de pose exigeaient une main-d'œuvre spécialisée, donc chère, et les recouvrements indispensables pour assurer l'étanchéité étaient la cause de pertes exagérées de matière.

L'inaltérabilité de l'aluminium étant due à la pellicule d'oxyde (alumine) qui se forme à la surface du métal et résiste ensuite aux agents atmosphériques, on eut l'idée de n'employer l'aluminium qu'en tôles minces, auxquelles on donne le poids, la rigidité et la résistance mécanique désirées en appliquant ces feuilles d'aluminium sur une texture bitumineuse économique, résistante, pratiquement indestructible, inattaquable par l'eau et le gel, absolument imperméable et d'une durée illimitée : la texture *Solka*. Cette texture est d'ailleurs revêtue, sur sa face opposée à celle en contact avec l'aluminium, d'une couche de bitume pur qui sert de matière de liaison entre le *paxalumin* et les surfaces à recouvrir : bois, ciment, briques, etc.

Cette heureuse solution permet dès lors de préparer à l'avance des feuilles de *paxalumin*, des joints pour tous les cas que l'on peut rencontrer, et l'application de ce matériau, véritable contreplaqué constitué d'éléments impuretés protégés par la mince tôle d'aluminium inaltérable, devient, de ce fait, très facile. Un exemple concret de la façon dont on obtient une couverture économique, d'un bel aspect, absolument étanche et de longue durée, permettra de mieux saisir le détail des travaux.

L'exemple que nous allons exposer ici con-

cerne une toiture destinée à abriter une grande plate-forme de chargement et de déchargement pour wagons et camions ; cette construction appartient à la Société des Docks Rémois et se trouve dans ses vastes usines de Reims. Les travaux de couverture ont été exécutés par la maison Brouette fils et C<sup>ie</sup>, entrepreneur de couverture, 40, rue Ruinart-de-Brimont, à Reims. Les travaux ont été exécutés sous la direction de M. de Chessin, architecte à Paris.

La charpente métallique soutient une toiture constituée de voliges bouveretées rainées dont la pente, fort réduite, est de 5 à 7 cm par mètre, ce qui pose, en même temps que le problème de couverture, un problème délicat d'étanchéité.

Le produit convenable doit répondre aux multiples desiderata suivants :

— être léger et se présenter avant pose en son état final ;

— avoir un système de pose qui assure l'étanchéité, c'est-à-dire que l'eau ne puisse pénétrer sous la couverture quel que soit l'écoulement, ou la projection, de l'eau, même à contre-pente ;

— avoir un bel aspect — la toiture étant visible d'autres bâtiments ;

— être isolant pour réduire les mouvements des

supports bois ou fer, et être économique par son prix d'achat et par son prix de pose.

Le *paxalumin* remplit évidemment toutes ces conditions.

Nous allons en décrire la pose pour ce cas particulier, en faisant remarquer immédiatement que, malgré sa simplicité apparente, elle ne peut être exécutée que par des ouvriers couvreurs.

Les feuilles de *paxalumin* se présentent en 3 m de long sur 0 m 67 de large, soit 2 m<sup>2</sup>. Celles qui doivent se relever après pliage au droit de certains reliefs (souches, lanterneaux, costières, etc.) sont d'abord pliées aux dimensions voulues ; certaines autres feuilles sont coupées pour correspondre aux cotes principales du toit et permettre une symétrie dans la pose sans chutes inutiles de matières.

Sur le plancher, on trace, tout d'abord, l'emplacement du premier sous-joint qui est un fer à profil spécial. Une fois mis en place et cloué, on se sert de ce premier sous-joint pour placer

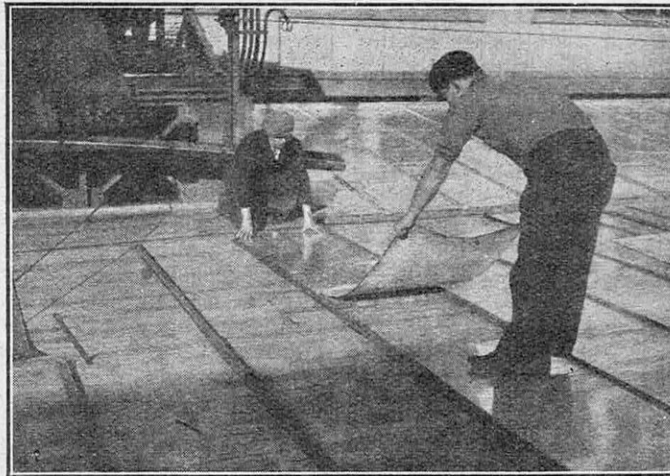


FIG. 1. — POSE DES FEUILLES DE PAXALUMIN SUR UNE TOITURE COUVERTE DE VOLIGES JOINTIVES

Les sous-joints en fer étant fixés sur la toiture parallèlement entre eux et à la distance voulue, on déroule simplement la feuille de *paxalumin*, en commençant par le point le plus bas.

les autres très parallèlement à celui-ci en s'aidant d'un gabarit.

Aussitôt les sous-joints posés, on applique entre eux les plaques de paxalumin (fig. 1) en commençant par le point bas qui, dans le cas présent, est soit la bande de zinc tombant dans le chéneau, soit la gouttière ardennaise.

Après avoir tracé la limite de la feuille, on fixe des pattes d'agrafe en aluminium qui seront à cheval sur la ligne tracée, et on étale ensuite, à la truelle ou à la spatule, la colle Paxalumin, qui va assurer la liaison et l'étanchéité entre les feuilles ; puis les pattes sont pliées et rabattues sur les feuilles supérieures. On continue la même opération avec les feuilles supérieures jusqu'au faitage ou jusqu'au premier relief rencontré, par exemple le lanterneau. Par clouage très espacé le long des sous-joints, on fixe définitivement les feuilles de paxalumin.

Il ne reste plus alors qu'à exécuter la pose des couvre-joints ; ceux-ci vont assurer la liaison étanche entre les feuilles s'avoisinant parallèlement, tout en permettant la dilatation. Le couvre-joint « paxalumin » se présente en bande souple dont la face de contact est un bitume très élastique. Sa mise en place, qui consiste à le souder sur la partie visible du sous-joint et sur les deux feuilles de paxalumin, est réalisée par une machine spéciale qui met la bande couvre-joint en forme et la soude en même temps (fig. 2).

Pour terminer, citons de quelle façon les détails ont été traités. Nous avons déjà signalé les raccords avec les chéneaux recevant les eaux des deux versants, ainsi que la gouttière dite « ardennaise ». Aux jouées des lanterneaux, le paxalumin a été plié, l'angle droit ayant été adouci ; le paxalumin se relève, maintenu à son bord supérieur par des pattes, et se trouve recouvert par une bande de plomb mise en forme qui recouvre le fer de rive pour aboutir sur la dernière vitre. Sur les deux autres faces du lanterneau,

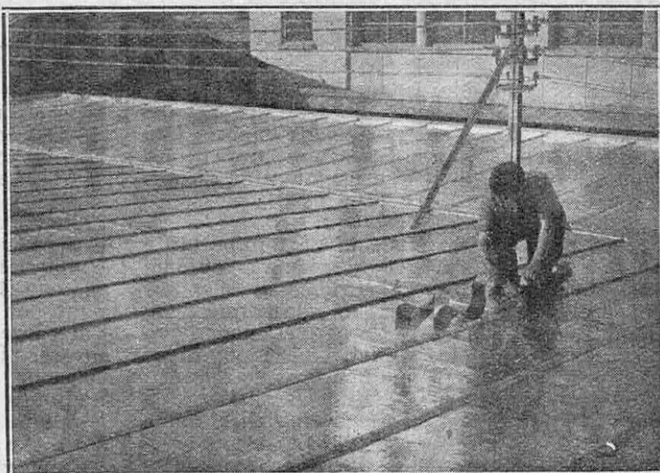


FIG. 3. — VOICI LA TOITURE RECOUVERTE DE PAXALUMIN

On voit au premier plan les couvre-joints déjà mis en place par l'ouvrier et sa petite machine. Ils assurent l'étanchéité complète.

le paxalumin a été simplement relevé et fixé, le large débordement des verres évitant à ces endroits une bande de solin.

Le paxalumin permet la réalisation de toitures modernes et étanches (fig. 3). Par d'autres exemples de travaux, il est aisé de prouver que cela est aussi vrai pour les toitures à pente très réduite que pour celles dont la pente s'approche de la verticale.

Rappelons d'ailleurs que, pour répondre à toutes les circonstances d'emploi, trois types de paxalumin ont été créés : le *type standard* destiné à la couverture de toitures en pente formées de voliges jointives ; le *type « renforcé »* sur lequel la sous-couche de bitume a une épaisseur plus importante, utilisé soit pour assurer la couverture et l'étanchéité de toitures en pente construites en béton, soit pour réaliser l'étanchéité de terrasses où l'on ne circule que pour l'entretien ; le *type « doublé »*, dont la feuille d'aluminium, plus épaisse que pour les types précédents, sert seule de support au bitume qui la revêt sur *chaque* face. Ce paxalumin doublé, très résistant, est notamment destiné à la couverture de terrasses où l'on circule fréquemment et doit être lui-même protégé de tout choc par un carrelage, des dalles de ciment, etc. Le problème de l'étanchéité d'une terrasse est, on le sait, un des plus difficiles à résoudre pour l'architecte. Grâce au Paxalumin, sa solution est, on le voit, extrêmement simple. Nous y reviendrons.

Nous aurons l'occasion de montrer, par des exemples concrets, — comme nous l'avons fait plus haut au sujet de la couverture d'une toiture recouverte de voliges jointives, — comment l'aluminium souple, léger, inaltérable, allié au bitume, a permis aux Etablissements Paix et C<sup>ie</sup> (Samtor), 64, rue La Boétie, Paris (8<sup>e</sup>), de résoudre le problème si délicat d'architecture que constitue la réalisation d'une toiture vraiment étanche.



FIG. 2. — MISE EN PLACE D'UN COUVRE-JOINT

Une petite machine spéciale assure à la fois la mise en forme du couvre-joint et sa soudure aux feuilles de paxalumin.

## NOUVEAUX APPAREILS MÉNAGERS A LA FOIRE DE PARIS

Il est bien reconnu aujourd'hui que l'électricité apporte chaque jour à la ménagère une aide efficace et agréable. Nous sommes loin maintenant des premiers aspirateurs encombrants, bruyants, dont la consommation d'énergie était considérable par rapport à la puissance d'aspiration.

Nous avons déjà signalé la part importante que la Société de Paris et du Rhône a toujours prise dans les améliorations successives apportées aux appareils ménagers électriques. La Foire de Paris nous offre un nouvel exemple de cette activité. Voici, en effet, trois innovations que les visiteurs ne manqueront pas de retenir : le *nouvel aspirateur* « *Aspiron Excelsior* », le *Batteur de tapis* et la *cireuse-lustreuse Baby*.

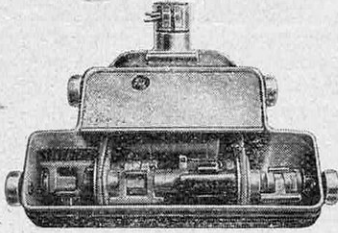


FIG. 1. — LE BATTEUR DE TAPIS VU PAR-DESSOUS

lettres caoutchoutées dont l'une orientable, ce qui rend son déplacement remarquablement aisé.

Le point de vue technique ne le cède en rien à la présentation. Ainsi son moteur extrêmement robuste, à faible consommation (il fonctionne sur les plus petits compteurs), absolument silencieux et antiparasité, entraîne deux turbines jumelées aux aubes spécialement étudiées pour le maximum de puissance d'aspiration et de silence. L'emploi de ces turbines, en autorisant une diminution de la vitesse du moteur, réduit l'usure des parties tournantes.

Signalons encore le sac à poussières de grande contenance diminuant la fréquence des vidages, d'ailleurs très aisés, puisqu'il suffit de vider le sac à poussières dans le couvercle, sans avoir même à se baisser. Un joint de caoutchouc assure l'étanchéité et, par suite, élimine toute perte de la puissance d'aspiration. En outre, un second filtre, situé à l'intérieur de l'appareil, rend parfaite la filtration des poussières et un tampon-filtre-assainisseur-parfumeur peut encore être placé entre les deux sacs.

Arrivons maintenant aux dispositifs nouveaux qui seront certainement appréciés. Tout d'abord, une sphère d'orientation du tube souple (rotule) évite toute torsion, et par suite toute fatigue de celui-ci, en même temps qu'il supprime toute crispation manuelle. Ensuite, voici le dispositif d'aspiration variable à trois réglages, qui permet de doser rationnellement l'aspiration. Ainsi, on aspire moins fort certains tapis fragiles de « haute laine » et les bibelots. Une simple pression du doigt sur une couronne molletée, sans se baisser, sans revenir vers

l'appareil, suffit pour ce réglage qui permet de passer d'une dépression de 70 cm d'eau à une de 18,5 cm seulement. (On sait que, d'ordinaire, l'aspiration ne dépasse guère 60 à 65 cm d'eau.)

Ajoutons enfin, comme accessoire intéressant, la ventouse avec dispositif enlève-fils.

Le *Batteur de tapis*, spécialement conçu pour l'« *Aspiron Excelsior* » (1), comprend essentiellement un petit moteur électrique universel entraînant par courroies un axe batteur qui comporte aussi quatre petites brosses disposées en quinconce. Une prise de courant permet d'alimenter le moteur en le reliant à la prise prévue sur l'« *Excelsior* », de sorte qu'une seule prise de courant d'appartement suffit. Ainsi, l'appareil étant relié par son manche tubulaire au tube souple de l'« *Excelsior* », toutes les poussières soulevées par l'axe batteur et les brosses sont immédiatement aspirées. D'ailleurs, cette aspiration, en soulevant légèrement le tapis, accroît l'efficacité du battage, et le tapis est véritablement « régénéré » sans aucune détérioration. Ainsi, quelle que soit la profondeur à laquelle ont pénétré poussières ou graviers, et qui risquent de détériorer la trame même du tapis, on est certain de les enlever.

Enfin, le problème de l'entretien des parquets est élégamment résolu par la *cireuse-lustreuse Baby*, légère, rapide et facile à manier. Son moteur universel entraîne par friction un plateau circulaire, ou disque-porte-brosse, sur lequel on peut fixer instantanément soit une brosse à poil de soie, soit un plateau de lustrage molletonné. On est donc assuré de donner au parquet le plus bel aspect. Un dispositif central « stabilisateur » à deux galets de caoutchouc rend la conduite de la cireuse extrêmement facile, sans effort et sans « réactions » désagréables. Enfin l'ensemble est enfermé sous un carter chromé sans organes saillants, donc passant aisément sous les meubles et très près des parois. Une bordure caoutchouc protège d'ailleurs les pieds de meubles contre toute détérioration. Signalons encore le manche inclinable comportant un dispositif d'arrêt qui le maintient dans la position verticale au repos (minimum d'encombrement). Du point de vue technique, notons encore le refroidissement du moteur par une petite turbine à air, l'interrupteur à pression logé sous la poignée et la suppression de tout entretien, le moteur étant monté sur roulements à billes.

En résumé, trois nouveaux appareils très étudiés que la maîtresse de maison appréciera.

(1) Il peut s'adapter aussi à l'« *Aspiron-Diamant* », à l'« *Aspiron-Bijou* », à l'« *Aspiron-Baby* », etc.



FIG. 2. — LA CIREUSE-LUSTREUSE « BABY »

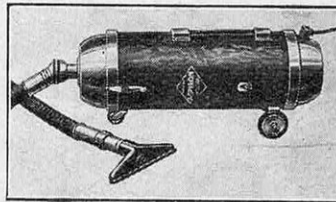


FIG. 3. — ENSEMBLE DE L'« ASPIRON EXCELSIOR »

## LA T. S. F. ET LES CONSTRUCTEURS

Par Géo MOUSSERON

PROFESSEUR A L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE T. S. F.

**Radiorécepteur spécialement étudié pour ondes courtes et pour l'utilisation aux colonies**

LA question des ondes courtes est à l'ordre du jour. Cependant, aux colonies, le climat ne se prête pas toujours à une longue durée des récepteurs radiophoniques. C'est pourquoi nous signalons le Supercolonial, qui met enfin à la portée de tous un récepteur bien au point et utilisable par tous sans la moindre difficulté. Basé sur le principe de la conversion de fréquence, il utilise les dernières lampes de la « série transcontinentale » soit : une HF à parcours électronique commandé (E F 8) ; une octode à émission électronique dirigée (6 faisceaux) (E K 3) ; une MF à caractéristique basculante (E F 9) ; une détectrice régulatrice automatique (E B 4) ; une amplificatrice BF à caractéristique basculante (E F 9) ; un étage de sortie à forte pente (E L 3). De plus, une oscillatrice de battements E B C 5 permet la réception des ondes amorties et entretenues en télégraphie, en même temps qu'elle facilite la recherche des émissions radiophoniques. Un trèfle cathodique E M 1 indique le réglage exact.

Cinq gammes d'ondes peuvent être reçues : de 10 à 18 m, de 18 à 28 m, de 28 à 42 m, de 42 à 70 m, de 70 à 120 m. Par un nouveau système de commutation, chaque bobinage correspondant à la gamme à recevoir est mis en circuit par rotation. On dispose ainsi de l'avantage des bobines amovibles sans en avoir les inconvénients. De plus, chaque enroulement est muni d'un ajustable, ce qui autorise un accord particulièrement précis.

Le cadran, étalonné en kilocycles, est à double démultiplication et permet un repérage au millième. La faible capacité des

condensateurs qu'il commande en fait un dispositif « étaleur de bandes », et la difficulté bien connue de réception des ondes courtes se trouve complètement supprimée.

La M F permet une variation de sélectivité par modification du couplage d'écran magnétique. L'appareil est muni du dispositif anti-évanouissement, avec possibilité de mise hors circuit.

Il faut signaler encore tout ce qui a été fait pour permettre à ce poste de fonctionner dans une atmosphère très humide, ainsi qu'il est courant aux colonies : condensateurs de découplage blindés, transforma-

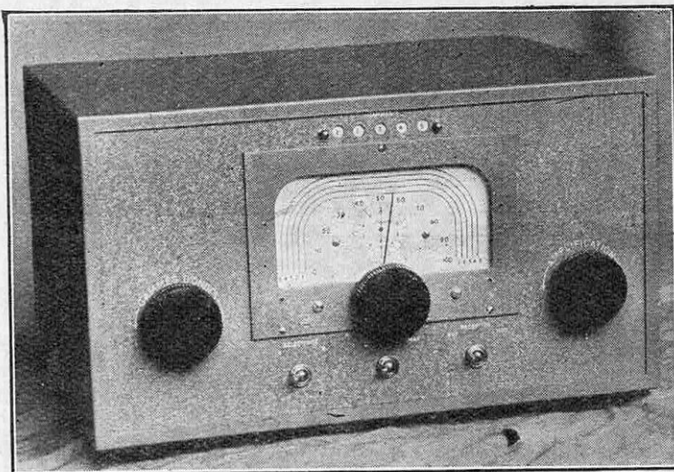
teur d'alimentation et double self de filtrage imprégnés, blindage total en aluminium, supports de lampes et self d'arrêt HF munis d'un isolant spécial.

Un autre récepteur de même présentation est conçu pour les gammes : 9 m 5 à 12 m, 19 à 22 m, 39 à 44 m, 75 à 85 m, 150 à 175 m. Une prise téléphonique est prévue

pour l'écoute au casque, ainsi qu'un interrupteur d'oscillation. Ce dernier récepteur est étudié pour les amateurs d'ondes courtes. L'un et l'autre autorisent la réception des ondes courtes et très courtes avec la même facilité que les autres gammes et en n'importe quel endroit du globe.

**L'automatisme en radio**

LE progrès ne peut être pleinement apprécié que si l'on compare les résultats obtenus à quelques années de distance. Tel usager qui prend aujourd'hui d'une façon courante un poste américain oublie qu'une liaison sans fil entre la France et l'Angleterre était considérée, au début du siècle, comme un véritable miracle. Si naturel que paraisse le fait de recevoir couramment un émetteur situé à des milliers de kilomètres, il n'en reste pas moins vrai que cette possibilité est due à quelques dé-



VUE D'ENSEMBLE DU « SUPERCOLONIAL »

couvertes marquantes. Branly, en découvrant le principe de la radioconductibilité, jette les bases essentielles de ce que nous appelons la « T. S. F. ». Et pourtant l'impression d'un récepteur par un émetteur ne resterait jamais qu'une expérience de laboratoire sans l'apparition de l'antenne, ce simple fil tendu dans l'espace que certains considèrent à tort comme un accessoire de second ordre.

Voici maintenant la radio mise à la portée de tous. C'est alors qu'elle doit progresser à pas de géant pour satisfaire aux désirs grandissants des usagers. Pour qu'elle s'introduise partout, dans les riches demeures, dans les logements modestes, il lui faut être particulièrement maniable, sans quoi elle reste du seul domaine des spécialistes ou amateurs. Aussi voyons-nous apparaître rapidement le réglage unique, qui est une amélioration certaine sur la situation antérieure. Mais encore ne faut-il pas oublier que dans « réglage unique » il y a « réglage », ainsi que l'aurait fait très justement remar-

quer un poète du siècle dernier. Et cette nécessité, ramenée à sa plus simple expression, est encore la pierre d'achoppement qu'il faut supprimer. *Plus de réglage; telle est la formule qui met réellement la radio à la portée de tous.* On en arrive ainsi au désir actuel des usagers: l'« automatic système standard », par la simplicité qu'il assure au réglage, peut être considéré comme la plus importante invention mise, depuis de nombreuses années, à la disposition du grand public.

L'usager ne doit être contraint à aucune manœuvre de réglage. La simplicité doit être si grande qu'il puisse, sur la simple vue du dispositif mis à sa portée, obtenir instantanément la station cherchée. Si aucun mécanisme ni aucun moteur ne viennent compenser cette déconcertante simplicité, ce sera l'automatisme absolu et rêvé qui constituera une des étapes les plus révolutionnaires de la radio, tout comme le cohéreur de Branly ou l'antenne de Marconi.

GÉO MOUSSERON.

## LES A COTÉ DE LA SCIENCE

### INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

#### Synchronisation de la vitesse d'un moteur électrique

LA vitesse d'un moteur électrique peut varier légèrement suivant la valeur du couple résistant qu'il doit vaincre ou par suite des variations de la tension qui l'alimente. Certaines applications, comme l'enregistrement très précis de temps au moyen d'un chronographe imprimant — compétitions sportives, par exemple (1) — exigent cependant du moteur électrique entraînant les tambours des heures, minutes, secondes et centièmes de seconde, une vitesse aussi constante que possible. Voici comment on « synchronise » le mouvement au moyen d'une horloge électrique de haute précision. Le moteur (alimenté par une batterie d'accumulateurs) est monté avec deux fils de retour du courant 1 et 2 (fig. 1). On forme ainsi deux circuits distincts et il suffit évidemment que l'un d'eux soit fermé pour que le courant passe.

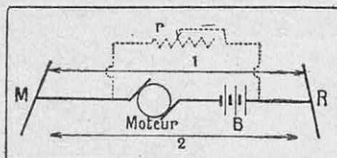


FIG. 1. — MONTAGE DE SYNCHRONISATION DU MOTEUR

Le courant ne peut passer dans les circuits 1 ou 2 que lorsque les inverseurs R (commandé par le balancier de l'horloge) et M (commandé par le moteur) touchent simultanément le fil 1 ou le fil 2

l'un, R, commandé par le balancier de l'horloge; l'autre, M, par le moteur lui-même. Un circuit est donc fermé chaque fois que les deux inverseurs touchent simultanément l'un des deux fils 1 ou 2. Considérons l'instant où R vient en contact avec le fil 1 et supposons M déjà en contact avec ce fil. Le courant alimente le moteur. Au bout d'un quart de seconde environ, l'inverseur M vient toucher le fil 2. Le circuit est coupé, le moteur continue à tourner par inertie. Après un nouveau quart de seconde (le balancier de l'horloge bat la demi-seconde), l'inverseur R vient en contact avec le fil 2 et ferme le deuxième circuit.

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

tre, M, par le moteur lui-même. Un circuit est donc fermé chaque fois que les deux inverseurs touchent simultanément l'un des deux fils 1 ou 2. Considérons l'instant où R vient en contact avec le fil 1 et supposons M déjà en contact avec ce fil. Le courant alimente le moteur. Au bout d'un quart de seconde environ, l'inverseur M vient toucher le fil 2. Le circuit est coupé, le moteur continue à tourner par inertie. Après un nouveau quart de seconde (le balancier de l'horloge bat la demi-seconde), l'inverseur R vient en contact avec le fil 2 et ferme le deuxième circuit.

Ainsi le moteur reçoit un courant périodiquement interrompu (fig. 2), le commencement de l'émission de courant étant réglé par le balancier de l'horloge et la fin par le moteur lui-même. Si celui-ci tend à tourner trop vite, il coupe le courant plus tôt, reçoit une impulsion plus faible et ralentit. Le contraire se produit s'il tend à

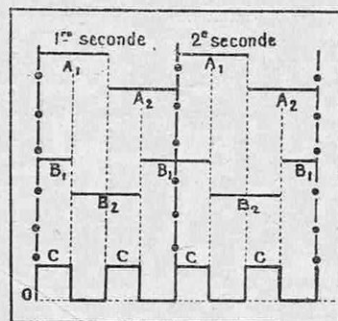


FIG. 2. — COMMENT SE PRODUIT LA SYNCHRONISATION

$A_1$  et  $A_2$  représentent les durées de contact de l'inverseur R avec les fils 1 et 2;  $B_1$ ,  $B_2$ , mêmes indications pour l'inverseur M. Le courant ne parcourt le moteur que pendant les durées C où  $A_1$  et  $B_1$  (ou  $A_2$  et  $B_2$ ) touchent ensemble les fils 1 ou 2.



prendre du retard. Le moteur conserve donc la vitesse moyenne imposée par le balancier.

En pratique, une résistance réglable  $r$  permet le passage d'un léger courant permanent, ce qui limite les variations de vitesse qui pourraient résulter des interruptions totales de courant par les inverseurs. Un volant atténue encore les oscillations de vitesse.

## Le dessin à la portée de tous

QUAND un faisceau lumineux traverse un prisme de verre, il en sort, on le sait, dévié vers la face opposée à l'arête du prisme. C'est précisément cette propriété qui est mise en œuvre dans la *chambre claire universelle*. L'œil est placé de telle sorte



COMMENT ON REPRODUIT UN SUJET EN L'AGRANDISSANT AVEC LA « CHAMBRE CLAIRE UNIVERSELLE »

Dans ces conditions, les deux images se superposent sur la rétine et tout se passe comme si le sujet à reproduire était projeté sur le papier. Le travail du dessi-

natour se borne dès lors à suivre les contours et les détails du modèle. Mais ce dispositif a été perfectionné grâce à un système de mise au point. On peut ainsi dessiner soit en grandeur nature, soit en agrandissement ou en réduction, selon que l'on dispose le sujet plus ou moins loin de l'appareil. L'appareil se fixe rapidement à une table, et la tige à coulisse qu'il comporte permet de régler facilement la hauteur du prisme. Enfin, les couleurs se projetant comme les contours, il est aisé de les reproduire.

Signalons que, pour vulgariser le dessin, un autre appareil, le *Dessineur*, d'un prix modeste, est également apprécié, notamment de la jeunesse.

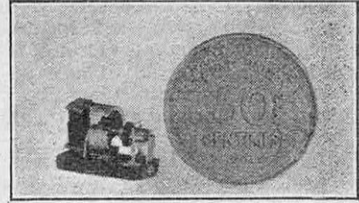
L. BERVILLE, 18, rue La Fayette, Laris (9<sup>e</sup>).

## Un moteur

### qui ne pèse que 42 centigrammes

NOUS avons déjà signalé (1), comme curiosité, deux moteurs électriques dont la construction relève à la fois de l'électrotechnique et du travail d'horlogerie, puisque l'un d'eux ne pèse que 0,9 g. Voici un nouveau moteur, le plus petit du monde, qu'a

construit un de nos lecteurs, M. Rabattu. Du type « Gramme », fonctionnant sous une tension de 2 V, ce moteur, socle compris, ne pèse en effet que 0,42 g et tourne à 2 000 tours/mn. Entièrement démontable, il se compose de trente pièces. Le diamètre du rotor est de 5,2 mm ; celui du collecteur, 1,7 mm ; celui du fil de l'enroulement, 0,05 mm et celui de l'axe 1 mm. La longueur de l'arbre entre les portées n'excède pas 6,5 mm et l'épaisseur des lames de balais est de 0,02 mm.



LE MOTEUR DE 0,42 G

V. RUBOR.  
(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 218, page 171, et n° 233, page 425.

## CHEZ LES ÉDITEURS (1)

**Construction du syndicalisme**, par A. Detœuf.  
Prix franco : France, 6 f 50 ; étranger, 8 f 50.

Dans une brochure solidement charpentée, l'éminent industriel qu'est M. Detœuf (ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, ancien directeur des ponts de Kehl et Strasbourg, aujourd'hui administrateur délégué de l'*Alsthom*) expose sa conception du syndicalisme envisagé sous l'angle industriel et social, aussi bien du côté patronal que du point de vue de la « classe » ouvrière. La contradiction entre le libéralisme économique et le marxisme réside surtout dans ce que le premier recherche le maximum de richesses, alors que le second en poursuit une plus équitable répartition. L'un préconise donc — au maximum — la production des biens matériels ; l'autre se préoccupe, au con-

traire, tout d'abord de leur répartition, quitte à compromettre l'existence même de ces biens dont il veut assurer la répartition. Il s'agit donc de trouver un juste équilibre entre ces deux tendances : il s'agit d'améliorer la répartition des richesses sans pour cela risquer de faire disparaître la production. Grâce à l'objectivité que l'on aime à reconnaître chez l'auteur (1), on se plaît à lire, sans aucun parti pris, les différentes thèses qui, tout en s'opposant, prétendent résoudre actuellement un aussi angoissant problème social. Nous sommes de ceux qui reconnaissons avec M. Detœuf que la Science n'a pu progresser qu'en isolant les phénomènes et en faisant rentrer chacun d'eux, au fur et à mesure qu'il était mieux connu, dans un cadre d'ensemble. Il n'y a pas, en effet, d'autre méthode valable pour engendrer le progrès. Selon nous, tout esprit avide de comprendre

(1) Les ouvrages annoncés peuvent être adressés par LA SCIENCE ET LA VIE au reçu de la somme correspondant au prix indiqué, sauf majoration.

(1) Voir *La Science et la Vie* n° 242, page 141.

l'évolution du temps présent devrait avoir à sa disposition une documentation solide et impartiale traitant, dans une seule publication, de l'ensemble des sciences appliquées à la vie moderne en liaison avec les sciences économiques et les sciences sociales. Ces « sciences » s'interpénètrent aujourd'hui si étroitement qu'on ne saurait désormais les présenter et les interpréter isolément pour que le lecteur « curieux » de *savoir* puisse se rendre compte du rôle que joue chacune d'elles dans notre civilisation électromécanique. Dans la structure de la société contemporaine, le syndicat s'impose parce que, précisément, cette structure comporte une organisation construite sur la raison. Et elle s'impose aussi bien au patronat qu'au salariat. Ce double syndicalisme doit évidemment s'intégrer dans la « forme » même de l'Etat pour arriver à des formules constructives résultant de la libre discussion entre les représentants des intérêts en cause et dont dépend essentiellement la paix sociale.

**Fécondité de la terre**, par Pfeiffer. Prix franco : France, 27 f ; étranger, 30 f 50.

Cet ouvrage expose une nouvelle méthode de culture, dite « biodynamique », fondée sur une conception de la production faisant exclusivement appel au dynamisme de la nature. L'auteur, développant les théories de Rudolf Steiner, fondateur de la méthode biodynamique, jette un cri d'alarme en montrant que la terre, soumise à une culture à base d'engrais chimiques, devient « malade ».

Il fait ressortir le dynamisme puissant des forces naturelles et gratuites qui, par le jeu des micro-organismes, des racines des plantes, des vers de terre et des intempéries, est capable d'apporter à la culture tous les éléments fertilisants dont elle a besoin. Il faut, avant tout, créer de l'humus par des fumiers rationnellement mûris et par des composts ; cet humus doit être ensuite maintenu et entretenu par des procédés « biodynamiques ».

A la base de ces procédés se trouve l'emploi de

produits stimulants destinés aux fumiers et aux plantes cultivées. Ces stimulants, dont la composition n'est pas donnée, seraient doués de la propriété d'améliorer non seulement la quantité, mais encore la qualité des récoltes.

Il n'est pas douteux que les méthodes actuelles de culture intensives ne font pas assez état du fait que le sol est un « organisme vivant » ; quant à la méthode « biodynamique » et aux produits stimulants qui en sont la base, l'expérience de quelques années peut seule apporter un jugement impartial sur leur valeur.

**Les petites machines électriques (de 1/200 à 3/4 de ch) à courant continu et alternatif**, par H. Lanoy. Tome I : Principe des moteurs à courant continu et alternatifs ; construction des moteurs universels ; moteurs à courant continu. Prix franco : France, 52 f ; étranger, 55 f 50.

On a estimé longtemps que les petites machines ne se calculaient pas. Ce livre comble cette lacune en exposant le calcul et le contrôle de ce matériel spécial si répandu, puisque c'est par centaines de mille que s'achètent, chaque année, les petites machines électriques pour des applications chaque jour plus nombreuses : domestiques, artisanales, industrielles, agricoles, commerciales, automobiles, aviation, etc.

I. — **La cueillette des plantes médicinales indigènes et la coopération scolaire**, par M. Emile Perret.

II. — **Les plantes médicinales, principales ressources de nos coopératives scolaires vosgiennes**, par M. M. Euriat.

Un seul vol., prix franco : France, 7 f 40 ; étranger, 9 f 40.

Documentation intéressante et du point de vue technique et du point de vue économique. La France, en effet, importe de l'étranger pour plusieurs dizaines de millions de francs (à payer en or), alors que nous pouvons nous suffire à nous-mêmes en plantes médicinales.

## TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

### FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an..... 55 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an..... 65 fr.
	{ 6 mois... 28 —		{ 6 mois... 33 —

### BELGIQUE

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an... 70f. (français)	Envois recommandés.....	{ 1 an... 90f. (français)
	{ 6 mois. 36f. —		{ 6 mois. 45f. —

### ÉTRANGER

Pour les pays ci-après : *Afghanistan, Australie, Bolivie, Chine, Danemark, Etats-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Iles Philippines, Indes Néerlandaises, Irlande, Islande, Italie et Colonies, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Pérou, Rhodésie, Suède.*

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an..... 90 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an.... 110 fr.
	{ 6 mois... 46 —		{ 6 mois.. 55 —

Pour les autres pays :

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an..... 80 fr.	Envois recommandés.....	{ 1 an..... 100 fr.
	{ 6 mois... 41 —		{ 6 mois.. 50 —

Les abonnements partent de l'époque désirée et sont payables d'avance, par mandats, chèques postaux ou chèques tirés sur une banque quelconque de Paris. — Tout changement d'adresse doit être accompagné de la somme de 1 franc en timbres-poste.

« LA SCIENCE ET LA VIE » — Rédaction et Administration : 13, rue d'Enghien, Paris - X<sup>e</sup>  
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

Vient de paraître :

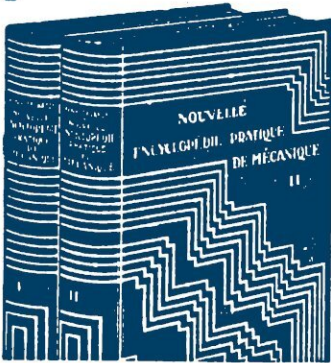
NOUVELLE

# ENCYCLOPÉDIE PRATIQUE DE MÉCANIQUE

Magnifique publication illustrée en DEUX VOLUMES RELIÉS format 21 x 29, renfermant 6 modèles démontables de mécanique.

Publiée sous la direction de H. DESARCES, Ingénieur des Arts et Manufactures, avec la collaboration de nombreux Ingénieurs et Professeurs de Mécanique.

20 francs par mois



## ACCROITRE SES CONNAISSANCES TECHNIQUES, C'EST TRIPLER SA VALEUR PROFESSIONNELLE

Toute personne sachant lire peut s'instruire seule, sans professeur, au moyen des volumes de l'ENCYCLOPÉDIE de MÉCANIQUE, parce que les cours exposés dans cet ouvrage par des Ingénieurs spécialisés chacun dans la branche étudiée, sont écrits dans une langue claire, illustrée lorsqu'il est nécessaire d'exemples et de problèmes suivis de leurs corrigés.

C'est un Enseignement Moderne et substantiel de tout ce qui concerne la Mécanique ; c'est une source inépuisable de leçons, de conseils, de renseignements qui profiteront à tous ceux qui consulteront cet ouvrage.

Les Constructeurs, les Ingénieurs, les Directeurs d'Usine, les Garagistes trouveront dans cette Encyclopédie des réponses utiles à tous les cas pour lesquels une solution rapide est cherchée : Théorique, Technique, Pratique.

L'ouvrage se compose de deux gros volumes reliés solidement, du grand format 21 x 29 de 600 pages chacun environ, imprimées sur 2 colonnes abondamment illustrées de dessins, bleus, schémas et de nombreux hors-texte en couleurs ; impression sur papier vélin alta en caractères neufs d'une visibilité parfaite et dans chaque volume sont encartés 3 modèles démontables en couleurs, de Machines Mécaniques : La chaudière à vapeur, Profanes, de se rendre compte, d'une manière parfaite, du fonctionnement de chaque machine et de la place qu'occupe chaque pièce dans le corps de la machine. La démonstration vivante vient ainsi au secours de la théorie et la mémoire retient toujours mieux ce que L'ŒIL A ENREGISTRÉ.

La turbine à vapeur, La locomotive « Pacífico », L'automobile « Panhard », L'avion, Le moteur d'avion.

Cette ingénieuse combinaison de Planches démontables permet à chacun : Professionnels, Techniciens ou Profanes, de se rendre compte, d'une manière parfaite, du fonctionnement de chaque machine et de la place qu'occupe chaque pièce dans le corps de la machine. La démonstration vivante vient ainsi au secours de la théorie et la mémoire retient toujours mieux ce que L'ŒIL A ENREGISTRÉ.

L'extrait de la Table des Matières ci-dessous permet de juger l'étendue et la richesse de documentation de cette Encyclopédie qui sera pour chacun un Guide judicieux et éclairé.

**CONNAISSANCES GÉNÉRALES.** — 1<sup>re</sup> Mesures des grandeurs : Longueur, Surface, Volume, Mesures de poids : calcul des poids : liquides, solides. Éléments de géométrie plane et de l'espace : Polygones. Triangles. Parallèles. Triangle et Trapèze. Circonférences. Aires. Courbes, etc... Géométrie descriptive. Point, droite, plan, étude, problèmes : Perspective cavalière, conique. Dessins et croquis industriels : tracés graphiques, projection, représentation des objets.

2<sup>e</sup> Éléments d'algèbre : Calcul algébrique, puissance d'un nombre. Calcul des expressions algébriques. Additions et soustractions, multiplications et divisions. Problèmes. Equations 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> degré avec problèmes et corrigés. Progression. Logarithme. Variations des fonctions, etc... Éléments de trigonométrie. Instruments à calculer. Règles et machines.

3<sup>e</sup> La Mécanique et les Phénomènes Physiques : La matière, le mouvement. Forces, gravité, mouvement composé, vibrations, pendule. Travail, énergie, puissance, résistance, problèmes. — Résistance des matériaux : extension, compression, flexion, tension, vilement : applications à la construction des machines. — Hydraulique et statique des gaz : Eau, air, gaz, chaleur, dilatation, fusion, liquéfaction, énergie. Principe de Carnot.

**LES MACHINES.** — Matières employées dans la construction des machines : Fer, fonte, acier. Haut fourneau. Puddlage. Usine. Bois. Cuir. Caoutchouc. Alliages. Éléments de machines. Assemblage, vis, filetage, écrous, boulons, goupilles, clavettes, rivets, etc. Arbres de transmission, résistance, calculs de flexion, tension. Tourillons porteurs et intermédiaires. Accouplements, paliers,

courroies, câbles, chaînes, poulies de transmission. Engrenages, friction, transformation du mouvement : Pistons. Coulisseaux, bielles, manivelles, volants. Tuyauterie, assemblages, joints, obturateurs à levée, à glissement. Lubrifiants et appareils graisseurs.

**Les Moteurs modernes.** — 1<sup>re</sup> Partie. — Moteurs à vent : L'énergie hydraulique, Roues et Turbines hydrauliques. Pompes. Presses. Accumulateurs hydrauliques.

2<sup>e</sup> Partie. — Moteurs thermiques : Chaudières : dimensions et systèmes, alimentation. Surchauffeurs. Foyer. Cheminée. Garnitures et appareils de sûreté. Contrôle. Réglementation. Machines à piston : distribution, régulation. Turbines à vapeur à action et à réaction. Différents types de Turbines. Condensation de la vapeur. Ejecteurs, réfrigérants, etc.

Moteurs à gaz, à air, à explosion : Description des moteurs. Essai des moteurs. Manomètres, compteurs. Calcul et mesure de la puissance des moteurs.

**L'ATELIER.** — Fonderie, Forgeage, Outillage. Boulonnerie, Chaudronnerie. Tuyauterie. Ajustage. Tracage. Machines outils : pratique du travail : types divers. Emboutissage. Soudure électrique.

**L'USINE.** — Appareils de levage simples, composés. Ascenseurs. Monte-charge. Escaliers mécaniques. Manutention mécanique. Compresseurs. Installations frigorifiques.

**GRANDES APPLICATIONS DE LA MÉCANIQUE.** — Locomotives. Wagons. L'automobile : description de tous ses organes, leur fonctionnement, etc... Ballons libres, dirigeables, Aéroplanes, hélicoptères, moteurs d'avions, etc...

### BULLETIN DE COMMANDE

Veillez m'expédier en compte ferme la NOUVELLE ENCYCLOPÉDIE PRATIQUE DE MÉCANIQUE en 2 volumes reliés (21 x 29) au prix de 350 francs payables aux conditions ci-après :

- a) 20 francs par mois jusqu'à parfait paiement ;
  - b) En 8 paiements mensuels de 110 fr. 75 (5 % d'escompte déduit) ;
  - c) En un seul paiement de 330 francs (10 % d'escompte déduit) à la livraison.
- Chaque commande est majorée de 15 francs pour frais de port et d'emballage et chaque quittance de 1 franc pour frais d'encaissement.

Nom et prénoms .....

Profession .....

Domicile .....

Ville ..... Dépt .....

Le ..... 193 (Indiquer le paiement adopté)

Signature :

## BON pour une NOTICE ILLUSTRÉE

Veillez m'adresser le prospectus spécimen de la NOUVELLE ENCYCLOPÉDIE PRATIQUE DE MÉCANIQUE.

Nom .....

Adresse .....

Copier ou détacher ce BON ou ce BULLETIN et l'envoyer à la

LIBRAIRIE ARISTIDE QUILLET S. A. au Capital de 20.000.000 de fr. 278, B<sup>d</sup> St-Germain, Paris-7<sup>e</sup>

(Service S. V.)

PUBL. C. MOCH

„la voiture de vos rêves”



La 202 est bien la voiture de vos rêves, puisque Peugeot l'a construite pour vous, telle que vous l'avez "voulue" : 4 portes, 4 places, une tenue de route impeccable à 100 km/h, moins de 8 litres à 65 de moyenne avec une Berline de série chargée à 4 personnes. Un moteur stupéfiant par sa puissance et sa sobriété. Voilà ce que vous apporte la 202. Essayez-la !



# Peugeot

la nouvelle voiture de tous les Français