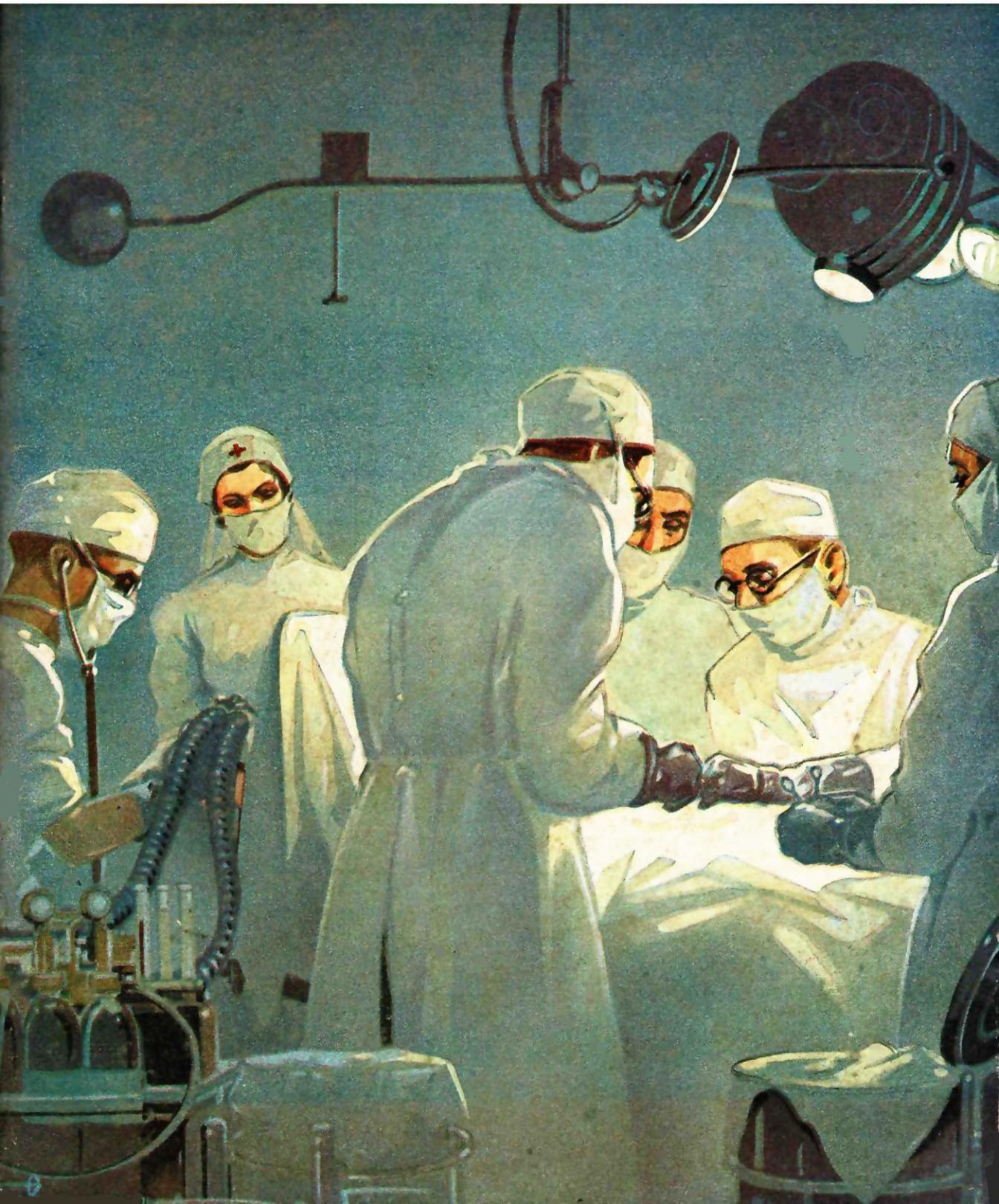


# SCIENCE ET VIE

NOVEMBRE 1946

N° 350

30 FRANCS



# Des possibilités illimitées

PUBLI-CITEZ VOUS-MÊME



S'OFFRENT A VOUS, quelles que soient les situations civiles et militaires auxquelles vous aspirez.

**Plus de 70%** des candidats reçus aux examens officiels sont des élèves de l'E.C.T.S.F.

IL N'EXISTE PAS D'AUTRE ÉCOLE POUVANT VOUS DONNER LA GARANTIE D'UN PAREIL COEFFICIENT DE RÉUSSITE.

## ÉCOLE CENTRALE DE TSF

12, RUE DE LA LUNE, PARIS

COURS DU JOUR, DU SOIR OU PAR CORRESPONDANCE

*Demandez le Guide des Carrières gratuit*

Croquis d'élève

## "UN CRAYON, DU PAPIER..."

*...sont mes meilleurs compagnons depuis que j'apprends LE DESSIN"* écrivent à Marc Saurel de nombreux élèves. Vous embellirez, vous aussi, votre existence en apprenant à dessiner, facilement, chez vous, **PAR CORRESPONDANCE**.

"LE DESSIN FACILE", inventé par Marc Saurel qui a su conquérir et garder depuis 35 ans l'estime et la confiance de milliers d'élèves, ne vous demandera que quelques heures par semaine. Guidé par un tel maître, vous serez surpris de vos rapides progrès. Du reste, demandez à un ancien élève de Marc Saurel ce qu'il pense de son enseignement.

*bon*

**UN DE CES COURS VOUS INTÉRESSE...**

- LE DESSIN FACILE
- LA PEINTURE FACILE
- LE DESSIN DE MODE
- LE DESSIN D'ILLUSTRATION
- LE DESSIN DE PUBLICITÉ
- LE DESSIN ANIMÉ
- LE DESSIN DE LETTRES
- LE DESSIN INDUSTRIEL

et un cours pour enfants de 6 à 12 ans "JE DESSINE"

★ Découpez et envoyez nous ce bon avec 12 frs en timbres. Vous recevrez cette brochure illustrée SV 90 qui sera pour vous une véritable initiation à l'art du dessin.

**"LE DESSIN FACILE"**

11, rue Kepler, Paris (16<sup>e</sup>)

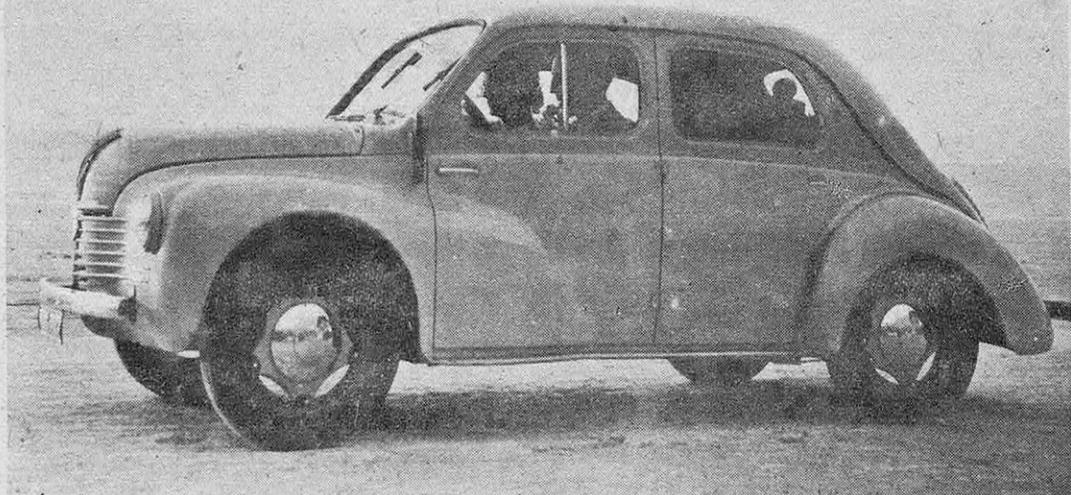
**La nouvelle 4 CV RENAULT est née...**

mais elle ne sortira, en très grande série,  
que vers le milieu de l'année prochaine.

90 km à l'heure — 6 litres aux 100 km.

Poids : 520 kgs — 4 places confortables.

Moteur 4 cylindres, situé à l'arrière.

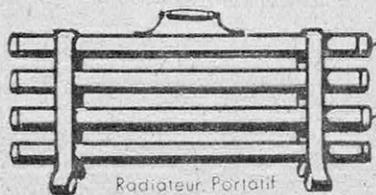


# Mécano

LE TECHNICIEN DU CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE  
étudiera pour vous l'utilisation efficace  
des plus faibles attributions de courant.

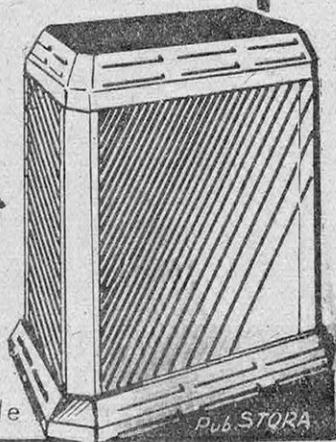
IL FOURNIT RAPIDEMENT  
SON MATÉRIEL DE

Poêle à accumulation



Radiateur Portatif

*Qualité*



SOCIÉTÉ MÉCANO FRANÇAISE  
104, AV. DES CHAMPS-ÉLYSÉES, PARIS (TÉL. ÉLY. 01-80)

Notice illustrée et renseignements sur demande

PUB. STORA

**SOCIÉTÉ D'HORLOGERIE DU DOUBS**  
106, Rue LAFAYETTE - PARIS, 10<sup>e</sup>



PRESENTE

**WATERPROOF  
STAINLESS**



N° V-1.	Montre bracelet, Homme, Dame ou Garçonnet...	1150 Frs
N° V-2.	Montre de Luxe - 15 Rubis.....	1490 Frs
N° V-3.	Montre de Grand Luxe - 15 Rubis.....	1760 Frs

ACHETEZ VOTRE APPAREIL DE

**TÉLÉVISION**

CHEZ

**ONTRA**



7, boulevard Victor — PARIS (15<sup>e</sup>)  
(face Ministère de l'Air - M<sup>o</sup> Place Balard)

VOUS Y TROUVEREZ EN OUTRE :

● **SES BLOCS ADAPTATEURS**

qui permettent à n'importe quel poste de T. S. F. de capter la

**BANDE SONORE DE TÉLÉVISION**  
(dans un rayon de 150 kilomètres)

● **DE NOUVEAUX MODÈLES**

d'une musicalité merveilleuse agréés par le LABEL PROFESSIONNEL

FAITES-VOUS INSCRIRE DÈS MAINTENANT pour une SÉANCE DE TÉLÉVISION

Téléphone : LECourbe 85-69

Et demandez nos conditions de vente

AG. LEBEUF

CH. LEMONNIER  
95



*Contre la pluie  
et l'humidité...*

**ASFEUTROÏD**

PROTÈGE EFFICACEMENT  
et POUR LONGTEMPS  
C'est la couverture  
ou le revêtement  
le plus ÉCONOMIQUE

En vente chez votre marchand de matériaux et chez votre Quincoillier.



**L'ASFEUTROÏD**

le feutre asphalté solide

USINE A  
MONTSOULT

216, RUE LECOURBE. PARIS 15<sup>e</sup>

## Les cours par correspondance DE L'ÉCOLE UNIVERSELLE

permettent à ses élèves d'effectuer le maximum de progrès dans le minimum de temps. Ceux de ces cours qui préparent aux examens et aux concours publics conduisent chaque année au succès plusieurs milliers d'élèves.

Vous pouvez faire CHEZ VOUS, QUELLE QUE SOIT VOTRE RÉSIDENCE, sans déplacement, sans abandonner l'emploi qui vous fait vivre, en utilisant simplement vos heures de loisirs, avec le MINIMUM DE DÉPENSES, quel que soit votre âge, en toute discrétion si vous le désirez, 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.

L'École Universelle vous adressera gratuitement, par retour du courrier, celle de ses brochures qui vous intéresse et tous renseignements qu'il vous plaira de lui demander.

**BROCHURE L. 99.600.** — ENSEIGNEMENT PRIMAIRE : Classes complètes depuis le cours élémentaire jusqu'au Brevet supérieur, Boursés, Brevets, etc.

**BROCHURE L. 99.601.** — ENSEIGNEMENT SECONDAIRE : Classes complètes depuis la onzième jusqu'à la classe de Mathématiques spéciales incluse, Boursés, Examens de passage, Baccalauréats, etc.

**BROCHURE L. 99.602.** — ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR : Licences (Lettres, Sciences, Droit), Professorats.

**BROCHURE L. 99.603.** — GRANDES ÉCOLES SPÉCIALES.

**BROCHURE L. 99.604.** — POUR DEVENIR FONCTIONNAIRE : Administrations financières, P. T. T., Police, Ponts et Chaussées, Génie rural, etc...

**BROCHURE L. 99.605.** — CARRIÈRES DE L'INDUSTRIE, des MINES et des TRAVAUX PUBLICS, Certificats d'aptitude professionnelle et Brevets professionnels.

**BROCHURE L. 99.606.** — CARRIÈRES DE L'AGRICULTURE et du Génie rural.

**BROCHURE L. 99.607.** — COMMERCE, COMPTABILITÉ, INDUSTRIE HOTELIÈRE, ASSURANCES, BANQUE, BOURSE, etc... Certificats d'aptitude professionnelle et Brevets professionnels.

**BROCHURE L. 99.608.** — ORTHOGRAPHE, RÉDACTION, CALCUL, ÉCRITURE.

**BROCHURE L. 99.609.** — LANGUES VIVANTES, TOURISME, Interprète, etc...

**BROCHURE L. 99.610.** — CARRIÈRES DE L'AVIATION MILITAIRE et CIVILE.

**BROCHURE L. 99.611.** — CARRIÈRES de la MARINE de GUERRE.

**BROCHURE L. 99.612.** — CARRIÈRES de la MARINE MARCHANDE (Pont, Machines, Commissariat).

**BROCHURE L. 99.613.** — CARRIÈRES des LETTRES (Secrétariats, Bibliothèque, etc...).

**BROCHURE L. 99.614.** — ÉTUDES MUSICALES : Solfège, Harmonie, Composition, Piano, Violon, Chant, Professorats.

**BROCHURE L. 99.615.** — ARTS DU DESIN : Professorats, Métiers d'art, etc...

**BROCHURE L. 99.616.** — MÉTIERS DE LA COUTURE, de la COUPE, de la MODE, de la LINGERIE, de la BRODERIE, etc...

**BROCHURE L. 99.617.** — ARTS DE LA COIFFURE ET DES SOINS DE BEAUTÉ.

**BROCHURE L. 99.618.** — CARRIÈRES DU CINÉMA.

**ÉCOLE UNIVERSELLE**

59, boulevard Exelmans, PARIS



Stephens'  
LA  
MEILLEURE  
DES ENCRES  
ANGLAISES

fabriquée en FRANCE



STYLO

Stephens'



ROYAL

*Le stylo qui a du style*

Stephens'

37, RUE DEGUINGAND

LEVALLOIS-PERRET

(SEINE)

PUBLICIS



**AU SEC  
AU CHAUD  
A L'AISE**  
DANS UNE  
**CANADIENNE**

**DOUBLE  
MOUTON  
PLEINE PEAU** V7J  
**8.300 F**



**Valentin**  
**LE ROI DES CAOUTCHOUCS**

**6 Avenue de CLICHY-Métro Pl. Clichy**  
**158 Rue LAFAYETTE-Près G. du Nord**  
**LYON ROUEN. LILLE STRASBOURG**

Demandez  
le Catalogue  
illustré  
N° 4  
BOR

## Vous êtes RESPONSABLE de votre *avenir* ?

Votre avenir dépend beaucoup plus de vous, c'est-à-dire de votre façon de vous comporter dans la vie, que des circonstances. Il sera donc ce que vous le ferez. Mais, pour cela, il faut savoir dominer les événements, les hommes et les choses, en premier lieu vous-même.

Vous y parviendrez par la pratique d'une méthode d'entraînement psychologique qui, en cinquante-cinq ans, a fait plus d'un million d'adeptes fervents dans le monde entier.

Demandez notre documentation n° VI-19.

### INSTITUT PELMAN

176, boulevard Haussmann, PARIS (8<sup>e</sup>)

LONDRES, NEW-YORK, AMSTERDAM, DUBLIN  
STOCKHOLM, MELBOURNE, DELHI, CALCUTTA, etc.



**JEUNES GENS III**  
sans quitter votre emploi actuel  
**ASSUREZ VOTRE AVENIR !**  
**CHOISISSEZ UNE CARRIERE REMUNERATRICE !**

**LA RADIO** manque de spécialistes

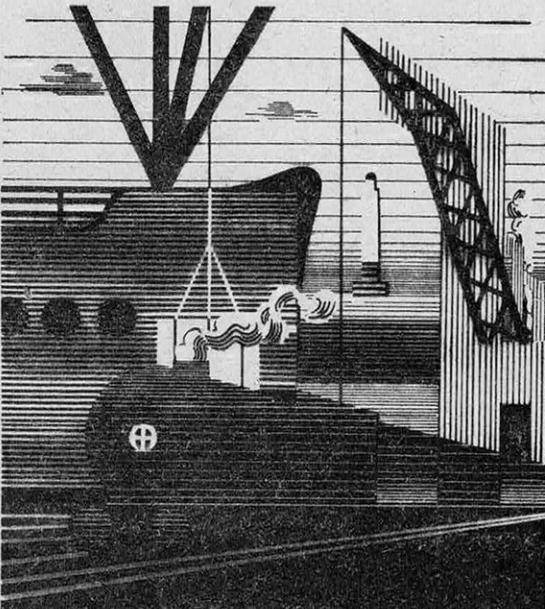
**Il faut des RADIOTECHNICIENS dans**  
**L'ARMEE, L'AVIATION, la MARINE**  
**L'INDUSTRIE, le COMMERCE, l'ARTISANAT**

Nos élèves sont suivis par des Professeurs de valeur  
Cours de tous les DEGRES sous leur direction  
Préparation aux diplômes officiels vous monterez un P O S T E  
PLACEMENT à domicile  
ASSURE Envoi du matériel

**LARADIO LARADIO**

**ÉCOLE PRATIQUE**  
**D'APPLICATIONS SCIENTIFIQUES**  
**39, rue de Babylone - PARIS-VII<sup>e</sup>**

Cours par correspondance  
Demandez notre documentation gratuite N° 45



**BONS DE LA LIBÉRATION**  
à intérêt progressif

TROY

# Tréraid

11  
LARGEURS DE PLUMES

pour  
CADRES  
FILETS  
TITRES  
DESSINS

APPRECEZ  
la plume  
TRÉRAID  
en réclamant  
spécimen  
à  
SERGENT-MAJOR  
42, r. d'Enghien, Paris  
Joindre 6 francs en timbres  
pour frais  
Spécifier : moy. gros,  
ou très gros



**Gilbert & Blanzzy-Poure**

FABRIC EXCLUSIFS DE LA PLUME SERGENT MAJOR

3 BANDES O. C. ÉTALÉES  
ÉMETTEURS AMÉRICAINS  
PLUS DE 200 STATIONS REÇUES

5 GAMMES



PARDIES - AG. LEBEUF

PRÉSENTATION INÉDITE

TECHNIQUE NOUVELLE

GARANTIE TOTALE

3 MODÈLES 5 lampes portatif  
6 lampes multiples  
5 GAMMES altern. et tous cour.

Demandez documentation illustrée - Joindre timbre

RADIO-SEBASTOPOL 100 B SEBASTOPOL PARIS  
FOURNISSEUR DE LA PRESSE ET DE L'ÉDUCATION

## DESSINER c'est vraiment connaître la Joie de vivre

C'est aussi pour vous  
une possibilité de gains  
intéressants



Dans ce croquis très bien observé et qui témoigne déjà d'excellentes qualités d'exécution, un de nos élèves montre combien lui a été profitable l'enseignement pratique de l'École A. B. C.

Justement, la méthode A. B. C. enseigne le dessin d'une manière à la fois amusante et instructive! Dès la première leçon, vous ferez des dessins qui vous étonneront! Vous n'auriez jamais pensé obtenir de tels résultats aussi rapidement!

La caractéristique de la méthode est de faire travailler tout de suite d'après nature : quelle joie pour vous de réussir des croquis sur le vif : objets, animaux, personnages, paysages! Vous ferez l'envie de vos amis!

Et, si vous poursuivez un but lucratif, vous pouvez vous spécialiser dans le dessin d'illustration, la publicité, la mode, la décoration, le dessin humoristique, le portrait, etc., sans frais supplémentaires.

### DEMANDEZ LA NOUVELLE BROCHURE DE RENSEIGNEMENTS

Un luxueux album, qui vient d'être édité, vous est offert gratuitement, pour vous renseigner d'une manière très complète sur la méthode et le programme de l'École A. B. C. En écrivant, donnez-nous des détails! Avez-vous déjà dessiné? Quel but voulez-vous atteindre? Précisez s'il s'agit d'un adulte ou d'un enfant. (Joindre 6 fr. pour frais.)



Cet autre croquis d'élève est aussi très frappant par sa sincérité. Dessiner toujours d'après nature c'est le sûr moyen pour former l'œil et la main.

**ÉCOLE A. B. C. DE DESSIN**

(Studio R. 3) 12, rue Lincoln (Ch. Élys.), PARIS-8<sup>e</sup>

CH. LEMONNIER

p. 100  
Flavo

EN VENTE PARTOUT

LE DUO  
MODERNE

**Edacoto 87**  
"Le stylo de France"

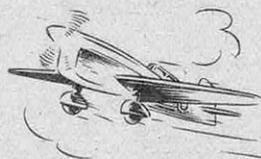
# JEUNES GENS !

Occupez vos loisirs en suivant par correspondance les cours qui feront de vous, en peu de temps, des hommes de valeur. Faites-vous une situation d'avenir dans l'une des branches suivantes :



## DESSIN INDUSTRIEL

Situations agréables dans toutes les industries sans exception : Aviation, Automobile, Constructions mécaniques et électriques, Travaux publics, Grandes Administrations d'État. Partout, il y a place pour des milliers de dessinateurs, hommes et femmes.



## AVIATION

Le développement formidable que prendra l'Aviation demain offrira de nombreuses et excellentes situations à un personnel spécialisé. L'Aviation vous attire ? Alors devenez à votre choix Electro-Mécaniciens ou pilotes.



## RADIOÉLECTRICITÉ

Industrie à l'avenir illimité, qui, avec ses actuelles applications du Cinéma sonore et de la Télévision, fait appel à des techniciens de tous grades : du monteur à l'ingénieur, elle réserve à ces techniciens un travail aussi passionnant que bien rémunéré.

### TRAVAUX PRATIQUES

Avec le matériel que l'École mettra **GRATUITEMENT** entre vos mains et quelle que soit votre résidence, vous deviendrez un **TECHNICIEN VRAIMENT COMPLET**

Notre documentation illustrée vous sera adressée **GRATUITEMENT** sur simple demande. (Bien spécifier la branche choisie.)

**ÉCOLE PROFESSIONNELLE SUPÉRIEURE**

51, boulevard Magenta, PARIS (10<sup>e</sup>)

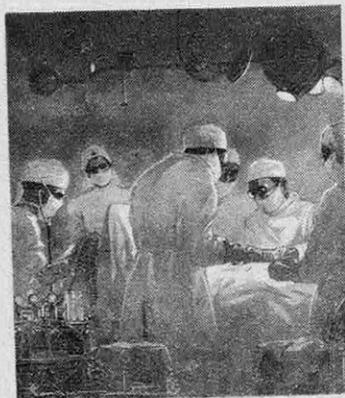
# SCIENCE ET VIE

Tome LXX - N° 350

Novembre 1946

## SOMMAIRE

- ★ La préparation des « Meteor » pour le record de vitesse, par André Fournier..... 198
- ★ L'automobile française, par Jean Bonnet..... 207
- ★ Les techniques modernes de l'anesthésie chirurgicale, par R. Dubau..... 215
- ★ Le parasitisme et les parasites, par Pierre Beck..... 225
- ★ Où en est la technique du vide ? par M.-E. Nahmias..... 235
- ★ A côté de la Science, par V. Rubor..... 242



En 1268, Hugo de Lucca se contentait d'appliquer sur le visage de ses patients une éponge imbibée de vin de mandragore, d'opium, de chanvre, de mûre, de ciguë et de laitue, pour provoquer en eux une ivresse les rendant moins sensibles à la douleur. Encore s'agissait-il là d'une méthode relativement inoffensive, en comparaison des divers moyens héroïques employés à l'époque, comme par exemple la strangulation « modérée » ; mais son efficacité était bien faible, et le charlatanisme eut fort à faire pendant plusieurs siècles encore pour persuader les malades de la possibilité d'éviter la douleur. Elevée depuis un siècle exactement au niveau d'une science, l'anesthésie a progressé parallèlement à la chirurgie, et ses derniers perfectionnements rendent possible, dans presque tous les cas, d'éviter au blessé la douleur opératoire, et au chirurgien la gêne provoquée par les réactions et contractions involontaires du sujet. La couverture de ce numéro représente une intervention pratiquée sous anesthésie par inhalation (Voir l'article page 215 de ce numéro.)

« Science et Vie », magazine mensuel des Sciences et de leurs applications à la Vie moderne. Administration, Rédaction : 5, rue de La Baume, Paris (VIII<sup>e</sup>). Téléphone : Élysées 26-69. — Publicité : 24, rue Chauchat, Paris (IX<sup>e</sup>). Téléphone : Provence 70-54. Chèque postal : 91-07 Paris. Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays. Copyright by « Science et Vie », novembre mil neuf cent quarante-six.

**ABONNEMENTS.** — Affranchissement simple : France et Colonies, 300 francs ; Étranger, 450 francs.  
Recommandé : France et Colonies, 400 francs ; Étranger, 600 francs.  
Seuls, les règlements par chèques postaux (mandats roses ou virements) sont acceptés.  
Compte de chèques postaux : PARIS 91-07.  
Tout changement d'adresse doit être accompagné de 5 francs en timbres et de la dernière bande d'envoi.

# LA PRÉPARATION DES « METEOR » POUR LE RECORD DE VITESSE

par André FOURNIER

**L**e record de vitesse en avion a été porté à 991 km/h sur le même type de chasseur Gloster « Meteor » qui avait déjà à son actif le record précédent. Ce résultat est principalement dû à un relèvement de puissance de 20 % des turboréacteurs Rolls-Royce « Derwent V », à la finition spéciale de la cellule et à un capotage métallique du cockpit. Les 1 000 km/h auraient pu être dépassés par une journée plus chaude. Néanmoins, l'énorme surpuissance nécessaire pour un gain de vitesse assez modéré conduit à se demander si la vitesse du son (1 206 km/h) pourra être franchie de sitôt par les avions à turboréacteurs.

## Le nouveau record de vitesse

**E**TABLÉ le 7 novembre 1945 par le Group Captain Wilson sur Gloster « Meteor » avec 975,675 km/h (1), le record de vitesse a été porté le 7 septembre dernier à 991 km/h, sur le même type d'appareil, par le Group Captain Donaldson, chef du « flight » des trois appareils spécialement équipés en vue de la tentative de record. Les 1 000 km/h prématurément annoncés au public n'ont pas été atteints. Mais il était urgent pour la R. A. F. de relever le record de 1945, la vitesse de Wilson ayant été dépassée par un Lockheed « Shooting Star », bien que ce ne fût pas de la quantité réglementaire pour donner lieu à inscription sur la liste des records.

Préparé avec le soin traditionnel de la R. A. F., qui tient à marquer la supériorité qu'on doit reconnaître à l'industrie britannique en matière de moteurs à réaction, la tentative de record a été repoussée pendant tout l'été dans l'attente d'une journée favorable, c'est-à-dire chaude et sans vent. Les appareils avaient été choisis parmi les fabrications de série, avec quelques modifications de minime importance quant au moteur et à la cellule.

## Le Rolls-Royce « Derwent V »

Le groupe motopropulseur était, comme l'an dernier, un turboréacteur Rolls-Royce « Der-

(1) Voir : « Les avions à réaction » (Science et Vie, n° 336, septembre 1945, p. 101).



LE GLOSTER « METEOR » IV  
EE-549

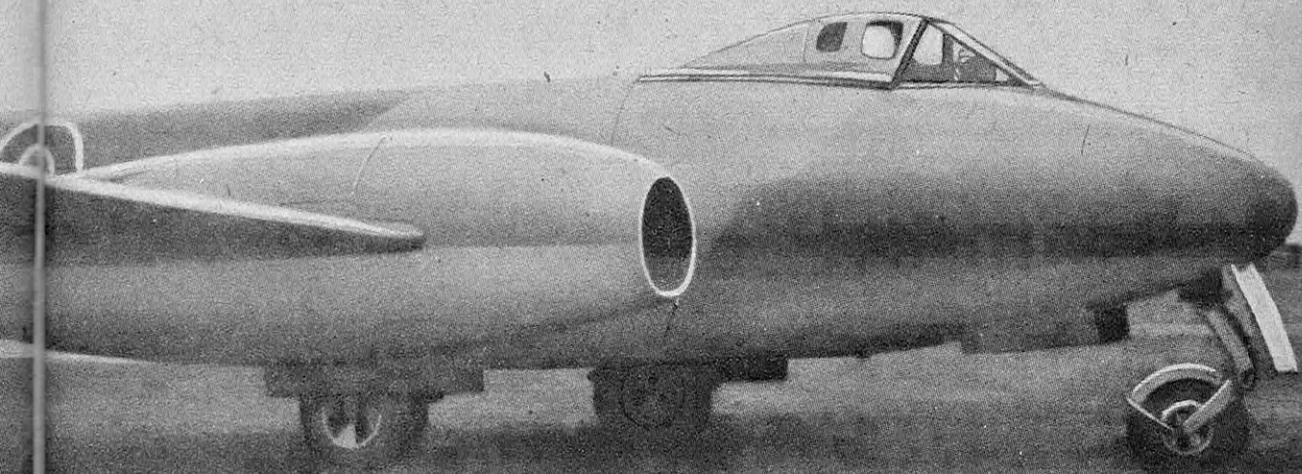
went V », mais il avait été modifié pour donner une puissance supérieure à celle du type de série.

La poussée maximum de celui-ci est de 1 590 kg (3 500 livres anglaises) à un régime de 14 600 t/mn. La poussée maximum du moteur de record avait été relevée exactement de 20 %, soit 1 905 kg, à un régime de 15 200 t/mn.

Il ne s'agit d'ailleurs pas là d'une puissance que le moteur ne supporte qu'avec difficulté. Elle a pu être soutenue au cours de soixante essais consécutifs au banc rappelant les conditions du vol de record, soit 2 mn à 1 360 kg, 2 mn à 1 590 kg et 1 mn à 1 905 kg ; en outre douze essais ont eu lieu pendant 5 mn à 1 905 kg. Au démontage, le réacteur était en parfait état.

À la poussée maximum donnée l'an dernier, la puissance de chacun des deux turboréacteurs du « Meteor » atteignait 7 130 ch ; c'est du moins ce qu'il eût fallu fournir sur l'arbre d'une hélice de rendement conventionnel 0,8 (irréalisable d'ailleurs à cette vitesse) pour atteindre la traction de 1 590 kg. Cette année, la puissance conventionnelle, calculée de même, passe à 8 700 ch.

D'après les déclarations officielles du Ministry of Supply, ce relèvement de puissance a été permis par un nouvel alliage pour ailettes, le « Nimonic », étudié par The Mond Nickel Cy.



Certains affirment que d'autres progrès auraient été réalisés dans les matériaux à haute résistance à la chaleur employés pour les tuyères, chambres de combustion, etc. Il s'agirait, en particulier, de matériaux céramiques ou à base de silicium.

Le poids à sec du « Derwent V » reste inchangé. A 565 kg, le poids au cheval ressort à 65 g.

### **La construction des avions à grande vitesse**

Les modifications au type standard du « Meteor » livré à la R. A. F. ont été de peu d'importance. L'armement a été enlevé, les embrasures du tir obturées et le décentrage correspondant compensé par des plaques de plomb logées dans le nez du fuselage ; l'antenne et l'équipement de radio ont été supprimés. Les orifices d'admission d'air des fuseaux-moteurs ont été démunis de leurs grillages protecteurs. Le volet correcteur de la dérive a été bloqué ainsi que les freins de piqué. Trois petits réservoirs à carburant, deux de 57 litres et un de 198 litres, ont été ajoutés derrière le siège du pilote.

Le soin apporté à la construction de l'appareil est d'une importance capitale pour la vitesse à en attendre. Les deux « Meteor » choisis pour la tentative n'ont cependant pas été construits

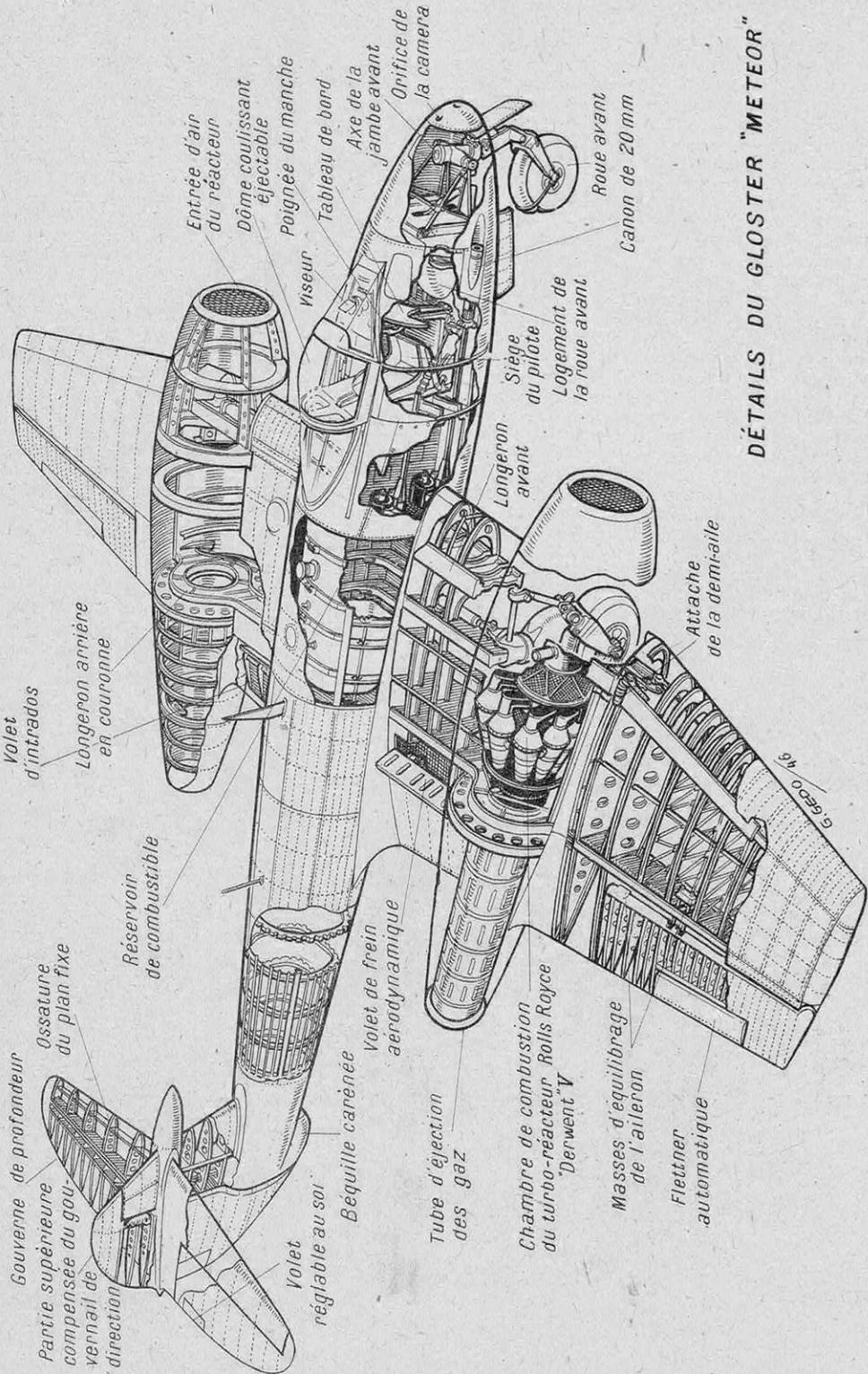
spécialement : on a seulement prélevé, parmi l'importante série en construction pour la R. A. F., les avions ayant les meilleures performances.

On sait depuis longtemps que le degré de perfection dans l'exécution des voilures et fuselages d'avions rapides est pour une grande part dans leurs performances, et la « finition spéciale » que certains constructeurs américains réputés appliquent à leurs appareils de transport joue un grand rôle dans le rendement.

### **Effets de la rugosité**

Les effets des aspérités ou de la rugosité sur la traînée ont été étudiés depuis longtemps et notamment, au siècle dernier, par des hydrauliciens tels que Bazin et Darcy à l'occasion de l'écoulement dans les conduites. Mais la définition qu'on donnait alors de la rugosité ne prêtait pas à des mesures précises. On qualifie aujourd'hui de rugueuse une surface présentant de nombreuses aspérités, situées à une distance l'une de l'autre qui soit de l'ordre de leur hauteur. Si la distance est beaucoup plus grande, disons cinq à dix fois la hauteur des rugosités, la surface se comporte d'une manière très différente, comme si elle était pratiquement lisse.

La photographie ci-dessus a été aimablement communiquée par Aeronautics (Londres).



DÉTAILS DU GLOSTER "METEOR"

On peut considérer, dans le cas de la surface rugueuse, que la forme de l'aspérité est secondaire.

Les premiers résultats expérimentaux sur conduites artificiellement rugueuses ont été obtenus entre 1929 et 1937 par Fromm et Nikuradse. Ils sont reproduits par la figure 4 qui met en évidence le résultat essentiel : pour une rugosité relative donnée, représentée par le rapport de la hauteur des aspérités au rayon du tuyau, la rugosité est sans effet jusqu'à une certaine valeur du nombre de Reynolds (voir plus loin). Les courbes de résistance s'étagent ensuite, la résistance diminuant avec la rugosité.

Les résultats sont analogues sur une aile d'avion ou un fuselage, mais compliqués par l'existence d'une couche limite laminaire d'abord (sur l'avant), turbulente ensuite (sur l'arrière), le point de passage de l'une à l'autre variant d'ailleurs avec la rugosité, surtout aux grandes vitesses et pour les profils dits « laminaires ».

Dans la couche limite laminaire, une aspérité est sans effet sensible si elle est baignée par les parties du fluide assez voisines de la paroi pour que leurs faibles vitesses permettent son contournement sans augmentation de résistance. L'« aspérité limite », qui transforme la couche laminaire en couche turbulente, est d'autant plus haute que l'éloignement du bord d'attaque est plus grand.

Dans la couche limite turbulente, qui prolonge la couche limite laminaire jusqu'au bord de fuite et se produit même si l'aile ou le fuse-

lage sont parfaitement lisses, les aspérités augmentent également le frottement entre le fluide et la paroi, mais seulement si elles ont une hauteur minimum. Pour des aspérités plus petites, tout se passe comme si l'aile était lisse : c'est le « poli aérodynamique ».

L'aspérité limite, aussi bien dans les couches limites laminaire et turbulente, ne dépend pas en réalité de la seule vitesse, mais du nombre de Reynolds, produit de cette vitesse par une dimension linéaire (diamètre d'un tuyau, profondeur de la corde, de l'aile, distance au bord d'attaque...) et par l'inverse du « coefficient de viscosité cinématique », qui introduit la nature du fluide, sa température, sa densité. L'aspérité limite est d'autant plus faible que ce nombre de Reynolds est plus grand. Par exemple, au sol, en écoulement turbulent, à 2 m du bord d'attaque d'une plaque plane, pour une vitesse de 180 m/s, on peut admettre que le poli aérodynamique exige des aspérités de moins de 0,006 mm.

Si, dans la couche limite turbulente, la hauteur de l'aspérité limite ne dépend guère de la distance au bord d'attaque, elle se relève beaucoup avec l'altitude, qui intervient dans le coefficient de viscosité cinématique par la température et la densité. Les courbes de la figure 5 donnent la variation en fonction de l'altitude et de la vitesse, pour une voilure ayant la dimension habituelle de celle des chasseurs.

La rugosité superficielle n'a pas seulement pour effet de modifier le coefficient de frottement dans la couche limite, laminaire ou turbulente ; elle

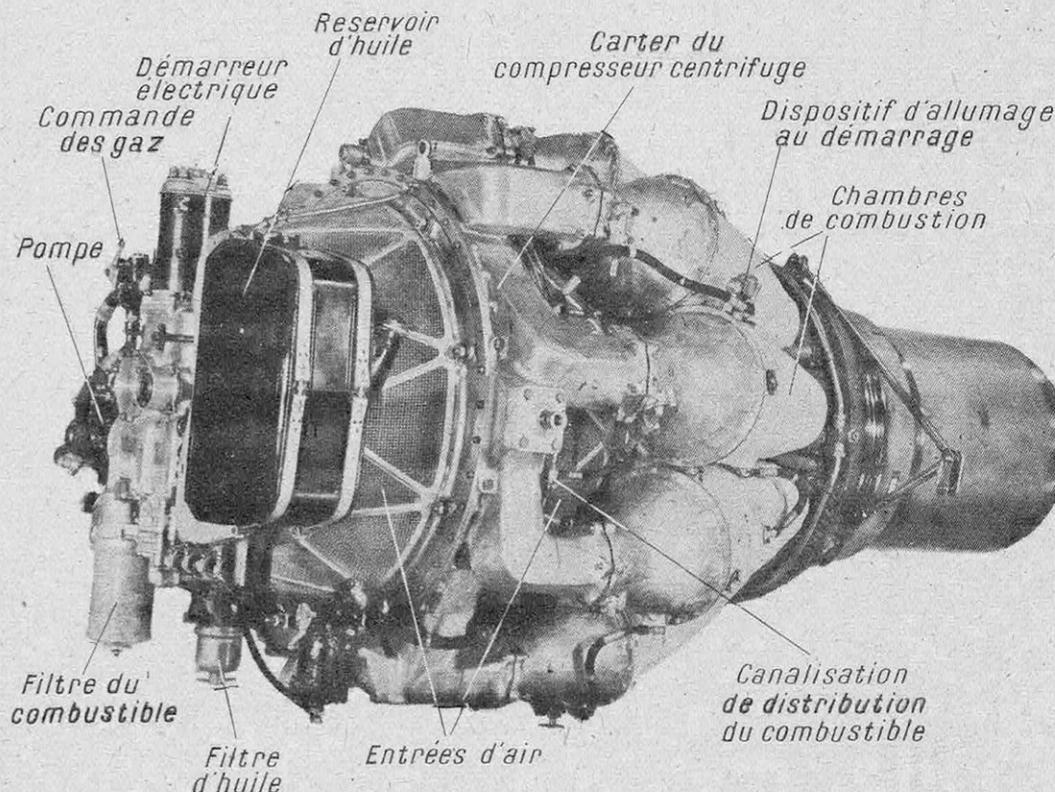


FIG. 3. — LE TURBORÉACTEUR ROLLS-ROYCE « DERWENT V » DÉVELOPPANT UNE POUSSÉE DE 1905 KG A 15 200 TOURS/MINUTE

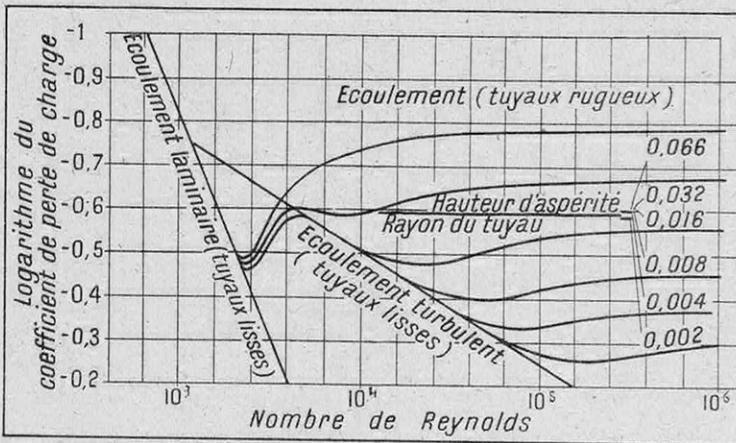


FIG. 4. — RÉSISTANCE D'ÉCOULEMENT EN TUYAUX RUGUEUX

En tuyaux lisses, le coefficient de résistance suit deux lois différentes suivant que l'écoulement est laminaire (c'est-à-dire par filets parallèles à l'axe) ou turbulent (c'est-à-dire que la vitesse en chaque point varie d'une manière désordonnée autour de sa valeur moyenne parallèle à l'axe) : en écoulement laminaire, le coefficient de résistance varie, dans un tuyau de rayon donné et pour un fluide donné (en nature, densité et température), en raison inverse de la vitesse; en écoulement turbulent, en raison inverse de la racine quatrième de la vitesse; ce sont les lois de Poiseuille et de Blasius, représentées par les deux droites de la figure. En tuyaux rugueux, à rugosité faible (tel que celui à qui se rapporte la plus basse courbe de la figure, dont les aspérités ont pour hauteur le millième du diamètre), le coefficient de résistance suit d'abord, aux très faibles vitesses, la loi de Poiseuille avec la même valeur que si le tuyau était lisse; si la vitesse augmente, il rejoint la loi de Blasius par une zone de raccordement assez mal définie, puis suit cette deuxième loi en conservant toujours la même valeur que si le tuyau était lisse; enfin, pour une certaine valeur de la vitesse, le coefficient de résistance décolle de la droite représentative pour prendre une valeur à peu près constante. Les deux échelles sont logarithmiques, ce qui donne aux lois de Poiseuille et de Blasius la forme linéaire. En réalité, on a porté en abscisse non pas la vitesse, mais le nombre de Reynolds qui lui est proportionnel (produit de la vitesse par le diamètre et par l'inverse du coefficient de viscosité cinématique); cette représentation a l'avantage de s'appliquer alors à tous les diamètres de tuyaux et à toutes les natures de fluide qui interviennent par le coefficient de viscosité.

fait avancer le point de transition de l'une à l'autre, substituant ainsi, sur une partie de l'aile ou du fuselage qui peut être importante, le coefficient de frottement plus élevé de l'écoulement turbulent à celui de l'écoulement laminaire.

La somme de ces deux effets est indiquée par la figure 6, qui donne, d'après des essais faits sur le Messerschmitt Me-109, la diminution de vitesse due à la rugosité superficielle; elle est déjà d'environ 20 km/h sur l'appareil de série courant, par rapport au poli aérodynamique, vers 550 km/h. On peut juger que la réduction est bien plus importante encore pour un appareil tel que le Gloster « Meteor » vers 1 000 km/h.

### Effet des joints de tôles et des protubérances diverses

Les protubérances, joints de tôles, têtes de rivet, etc., agissent à la fois par leur résistance propre et par leur interaction avec l'écoulement autour de la surface. Mais il s'agit d'un phénomène différent du précédent, qui ne rentre pas dans le cadre de la rugosité.

Les joints de tôles donnent lieu à des traînées très différentes suivant leur exécution.

La figure 7 donne le coefficient de traînée pour diverses dispositions de joints transversaux.

c'est-à-dire dont la ligne est perpendiculaire à la direction de la vitesse. On constate la différence considérable d'une solution à l'autre, la résistance pouvant varier dans le rapport de 1 à 13. Le joint à bord tombé, où la tôle avant recouvre la tôle arrière, donne une résistance assez faible, mais il est assez curieux que le joint avec arrondi, où la tôle arrière recouvre la tôle avant, ait une résistance deux fois plus faible encore. Cependant, le joint à bord tombé, qui présente l'avantage de pouvoir être mastiqué jusqu'à donner une surface extrêmement lisse, devient plus avantageux encore. La même figure donne l'effet de divers obstacles, bandes étroites et larges, baguettes, ondulations placées normalement à la direction du vent; on constate en particulier que l'effet des ondulations (cloquage) est à peu près négligeable.

Les joints longitudinaux augmentent également la résistance, mais, en général, dans le même rapport que l'accroissement de surface baignée; à la limite extrême, la tôle ondulée employée par Junkers sur certains appareils anciens tels que le Ju-52 n'avait qu'une traînée de 30 % supérieure à

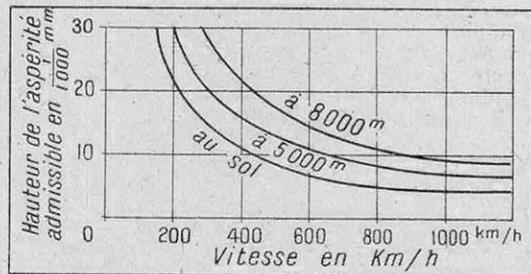


FIG. 5. — GROSSEUR ADMISSIBLE DES GRAINS SUPERFICIELS

Les courbes ci-dessus donnent, pour des appareils de dimensions voisines du « Meteor », la hauteur maximum des aspérités qui respectent le « poli aérodynamique », au-dessous duquel aucun gain n'est obtenu par un poli plus poussé. Elles se rapportent à la couche limite turbulente. Les aspérités doivent être de dimensions plus faibles lorsqu'on se rapproche du bord d'attaque. On peut admettre que la grosseur de grain d'une surface à poli brillant est de l'ordre de 0,001 mm; celle d'une peinture de camouflage appliquée très soigneusement au pistolet de 0,005 à 0,015 mm, suivant la peinture; on observe couramment sur des appareils de série des grosseurs de grain de 0,030 mm.

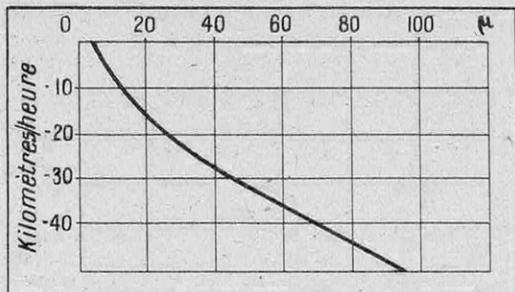


FIG. 6. — DIMINUTION DE VITESSE DUE A LA RUGOSITÉ SUPERFICIELLE

La courbe donne, en fonction de la grosseur du grain en millièmes de millimètre, la perte de vitesse en kilomètres-heure d'un Messerschmitt Me-109 au sol, à 550 km/h. (La surface baignée est de 50 m<sup>2</sup>: 28 m<sup>2</sup> d'aile, 24 m<sup>2</sup> de fuselage, 7 m<sup>2</sup> d'empennage.) La réduction est nulle tant que les aspérités ne dépassent pas 7/1 000 mm; elle atteint 20 km/h pour des grains de 30/1 000 mm, constatés fréquemment en construction de série.

celle de la tôle plane correspondant à sa surface développée. Il faut cependant observer que le courant d'air pénètre profondément dans le joint longitudinal, tandis qu'il saute facilement un joint transversal bien établi. Les joints longitudinaux sont donc, toutes choses égales d'ailleurs, plus nuisibles que les joints transversaux.

L'importance d'un masticage soigné des joints est assez grande. Sur le Messerschmitt Me-109, qui avait environ 100 m de longueur de joints en tout, sur les ailes et le fuselage, le gain de vitesse correspondait à environ 10 km/h.

Le choix du rivetage, ou de la soudure, a une importance également considérable. Il y a très longtemps que l'on a, à juste titre, remplacé les têtes rondes saillantes de rivets par des têtes plates noyées; le coefficient de traînée supplémentaire est réduit dans le rapport de 60 à 1. Du point de vue aérodynamique pur, le remplacement des rivets par des joints de soudure n'apporte aucun avantage: le coefficient de traînée reste à peu près le même à cause de la légère déformation de la tôle résultant de la soudure.

Des résistances du même ordre s'appliquent aux vis à tête fraisée noyée. La plus petite traînée correspond à la disposition transversale de la fente de la tête, et non, comme on pouvait le croire, à la disposition longitudinale. L'explication en est la même que pour les joints de tôle transversaux et longitudinaux.

La figure 8 donne le coefficient de traînée pour différents types de têtes de rivets ou de vis, ainsi que pour une cavité cylindrique, de même section que la tête cylindrique saillante. On voit que la résistance du trou est vingt fois plus faible que celle de la saillie de même importance. C'est un phénomène général, et il peut être contre-indiqué, dans certains cas, de fermer un trou avec un couvercle présentant des bords et des fentes dont la traînée risque d'être supérieure à celle du trou. On y trouve en particulier l'explication de certains alvéoles pour trains d'atterrissage escamotables, dont l'obturation partielle peut ne pas être plus résistante qu'une obturation complète mal établie.

L'emplacement de la protubérance, joint, tête de rivet, etc., a une grosse répercussion sur la

valeur de la traînée, l'interaction pouvant multiplier par 3 ou 4 la traînée indiquée par les tableaux 7 et 8, ou, exceptionnellement, la réduire. La traînée d'interaction la plus élevée se produit sur l'extrados, dans sa moitié à partir du bord d'attaque. Elle est en moyenne très faible, aussi bien sur l'intrados que sur l'extrados, dans le tiers à partir du bord de fuite; elle peut même être négative sur l'extrados, au voisinage du bord de fuite. Elle est d'ailleurs augmentée, sur une aile, au voisinage d'un fuselage ou d'un fuseau moteur, où il est donc contre-indiqué de placer des protubérances supplémentaires (marchepieds...). La figure 9 donne, d'après des essais allemands exécutés sur la maquette du Messerschmitt Me-410, le coefficient multiplicateur de la traînée en écoulement libre suivant l'emplacement, pour une petite plaquette perturbatrice carrée.

**L'échauffement des avions à grande vitesse**

La plus importante des modifications exécutées sur des « Meteor » de série choisis pour la tentative de record a été le remplacement du capotage de pilote en matière moulée transparente par un capotage métallique avec deux petits hublots seulement. La raison donnée est l'élévation de température qui serait d'une quarantaine de degrés pour les vitesses de l'ordre de 1 000 km/h, ce qui provoque une distorsion importante de la matière moulée.

L'échauffement d'un corps déplacé dans l'air à grande vitesse est un phénomène indiscuté; c'est lui qui produit les « étoiles filantes » à la rencontre des fragments de matière interplanétaire par l'atmosphère terrestre, et l'examen

Irrégularité	Sens du vent →	Coefficient de traînée
Bord droit		0,13
Chanfreiné à 60°		0,03
Arrondi		0,01
Bord tombé		0,04
Bord droit		0,06
Chanfreiné à 60°		0,07
Arrondi		0,05
Bord tombé		0,02
Bande étroite		0,35
Bande large		0,21
Baguette		0,14
Ondulation		0,005

FIG. 7. — TRAÎNÉE DES JOINTS TRANSVERSAUX

Le tableau donne, dans ses deux premières parties, le coefficient de traînée de joints transversaux, suivant la nature de l'assemblage et la direction du vent. La troisième partie donne le coefficient de traînée d'une bande étroite (moins de une fois la hauteur) d'une bande large (de 5 à 20 fois la hauteur), d'une baguette arrondie dont la largeur soit 5 fois la hauteur, et enfin d'une ondulation dont la largeur soit 30 fois la hauteur. Les chiffres indiqués se rapportent à une saillie uniforme (épaisseur de tôle, bande, baguette, ondulation) de 1 mm dans la moitié située du côté bord de fuite d'une aile de 2 m de profondeur, pour un nombre de Reynolds de 7 x 10<sup>6</sup>.

Tête ou cavité	Sens du vent →	Coefficient de traînée
Tête cylindrique		0,200
Tête ronde		0,060
Tête noyée		0,001
Tête de vis rainure transversale		0,002
Tête de vis rainure longitudinale		0,003
Cavité		0,010

FIG. 8. — TRAINÉE DE TÊTES DE RIVET OU DE VIS.

Le tableau, qui indique le coefficient de traînée de têtes de rivet ou de vis, met en évidence la très grosse supériorité de la tête noyée. On notera également le rapport de 1 à 20 entre les traînées d'une cavité et d'une tête cylindriques de mêmes dimensions.

des aérolithes montre que la surface de certains d'entre eux, en fusion, a dû atteindre plusieurs milliers de degrés. C'est également une des difficultés rencontrées dans l'établissement des projectiles à réaction à grande vitesse, genre V-2, dont le mince revêtement est porté à très haute température ; l'argument est même invoqué pour justifier le logement de l'oxygène liquide en récipient isolé, non soumis au frottement de l'air ambiant. C'est enfin, affirme-t-on, un des obstacles les plus sérieux aux liaisons interplanétaires, qui exigent des vitesses très supérieures encore : le véhicule employé s'enflammerait au départ dans l'atmosphère terrestre ; mais on rencontrera d'autres obstacles avant de se heurter à celui-là.

En réalité, le phénomène de l'échauffement dans l'air d'un corps qui le traverse à grande vitesse est assez complexe, et on ne comprend pas toujours très bien la raison pour laquelle la chaleur s'accumule sur un corps balayé par de l'air frais ou même glacé.

Autour du corps, dans toute la région où l'on peut considérer que l'air se comporte comme un fluide parfait, il s'échauffe ou se refroidit suivant qu'il y a un ralentissement (ce qui correspond à une compression), ou une sur vitesse (ce qui correspond à une détente). La température absolue se relève ou s'abaisse, en chaque point du champ de vitesse et de pression produit par le passage du corps, proportionnellement à la surpression ou à la dépression provoquée, du moins tant que surpressions et dépressions sont faibles.

Dans la couche limite, au voisinage immédiat du corps, il y a toujours un échauffement de l'air dû à la transformation en chaleur du travail des forces de viscosité ; si la paroi est isolée thermiquement, elle se met en équilibre de température avec les molécules de fluide au contact.

L'échauffement — ou le refroidissement — résultant est la somme de ces deux effets ; c'est presque toujours, en tous les points de la paroi, un échauffement ; il faudrait, pour qu'il y eût un refroidissement, des dépressions rarement rencontrées. L'échauffement maximum pour les profils d'ailes ordinaires est d'environ 5° C à la vitesse de 100 m/s ; il est en première approximation proportionnel au carré de la vitesse et

peut donc très bien atteindre une quarantaine de degrés vers 1 000 km/h.

La figure 9 donne les températures en différents points d'une aile, telles qu'elles résultent de l'addition des variations de température dans la zone d'écoulement en fluide parfait d'une part, dans la couche limite d'autre part. La concordance avec la mesure expérimentale est très suffisante.

### Effet de la température ambiante

Prêts à la tentative dès le début de l'été, les appareils équipés ont attendu longtemps le temps chaud qui convenait le mieux pour le record.

Ce qui limite le rendement de la turbine à combustion, c'est la température admise aux ailettes. Or le rendement de la turbine dépend, comme celui de toute transformation de chaleur en travail, de la différence entre les températures extrêmes du cycle. Faute de ne pouvoir relever celle de la source chaude, on peut quelquefois diminuer celle de la source froide. C'est notamment ce qui arrive dans l'emploi de la turbine à gaz en aviation : en passant du sol à la stratosphère, plus froide de 70° C, le rendement augmente de près de 20 %.

On peut trouver paradoxal le relèvement du rendement par maintien de la température des chambres de combustion, en partant d'air plus froid qu'on est obligé de réchauffer davantage par un supplément de combustible. Le gain vient de l'économie faite à la compression ; il est de même nature que celui qui tient au refroidissement entre étages d'un compresseur à roues multiples, avant envoi de l'air au moteur.

Ainsi, plus la température ambiante est élevée et moindres sont le rendement et la puissance qu'on peut tirer du turboacteur.

Mais, aux vitesses élevées, la traînée de l'avion

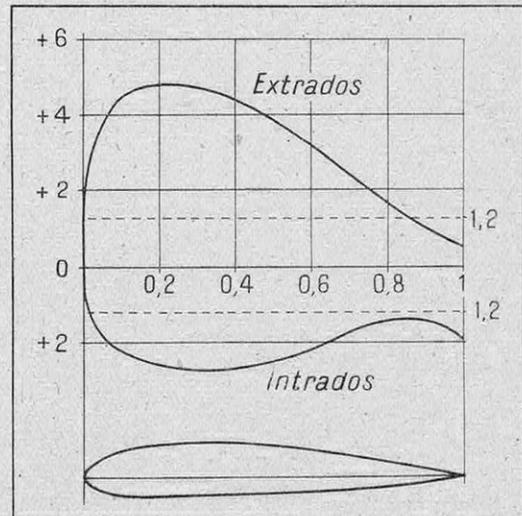


FIG. 9. — TRAINÉE D'INTERACTION D'UNE PROTUBÉ- RANCE ET D'UNE AILE

La figure donne, pour l'aile du Messerschmitt Me-110, le supplément réel de traînée, porté en ordonné, en fonction de la position de la protubérance portée en abscisse. La protubérance est une plaquette carrée, dont le côté mesure 4 % de la corde de l'aile ; son coefficient de traînée en écoulement libre est d'environ 1,2.

croît très rapidement avec la vitesse ; c'est le phénomène du « mur de traînée ». Plus exactement, le facteur déterminant de cette traînée est le nombre de Mach (rapport de la vitesse atteinte à la vitesse du son), et, faute de pouvoir agir sur la vitesse de l'avion, on peut choisir la vitesse du son la plus favorable. C'est ici qu'intervient la température ambiante : la vitesse du son est proportionnelle à la racine carrée de la température « absolue » (c'est-à-dire comptée à partir du zéro « absolu » :  $-273^{\circ}\text{C}$ ) ; elle est d'autant plus élevée que l'air est plus chaud ; pour la même vitesse réalisée, la traînée de l'avion sera celle qui correspond à un nombre de Mach plus faible. La figure 11 indique le gain en nombre de Mach correspondant à l'échauffement de l'air ambiant.

Des deux effets, ce dernier l'emporte nettement, aux très grandes vitesses du moins, sur la baisse de rendement et de puissance du moteur, et le bénéfice résultant de la température serait d'environ 1 mille/h (1,6 km/h) par degré centésimal. Ceci explique la longue attente d'une des journées chaudes que l'été dernier n'a pas libéralement dispensées.

Le record du Group Captain H.-J. Wilson (975,675 km/h) avait été établi l'an dernier, par une température de  $11^{\circ}\text{C}$  environ. Le 7 septembre dernier, le Group Captain Donaldson bénéficiait de circonstances à peine plus favorables,  $14^{\circ}\text{C}$ , et il atteignit dans ces conditions un nombre de Mach de 0,81. Si la température espérée de  $30^{\circ}\text{C}$  avait pu être mise à profit, Donaldson, pour le même nombre de Mach, aurait dépassé les 1 000 km/h.

**L'avion à réaction atteindra-t-il la vitesse du son ?**

Le record de Donaldson ne dépasse celui de Wilson que de 15,4 km/h, soit 1,58 %. Il a fallu, pour obtenir ce résultat, un supplément de puis-

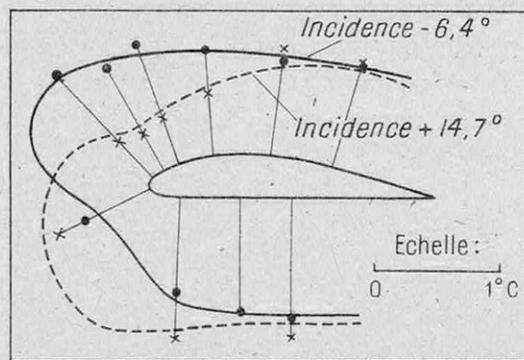


FIG. 10. — TEMPÉRATURE D'UNE AILE DANS UN COURANT D'AIR

La figure donne d'après les calculs et les mesures de M. Brun, pour une aile de corde 22 cm, d'allongement 5, au profil Göttingen 387, la température calculée et mesurée à une vitesse de 45 m/s. La température est indiquée en chaque point sur une normale à la surface de l'aile par une longueur proportionnelle à cette température. Le calcul et la mesure ont été faits pour deux incidences : les courbes continues correspondent aux calculs, les points et croix correspondent aux mesures effectuées. La maquette était en bois, et la mesure de température faite par des thermocouples noyés dans des blocs métalliques encastrés dans l'aile.

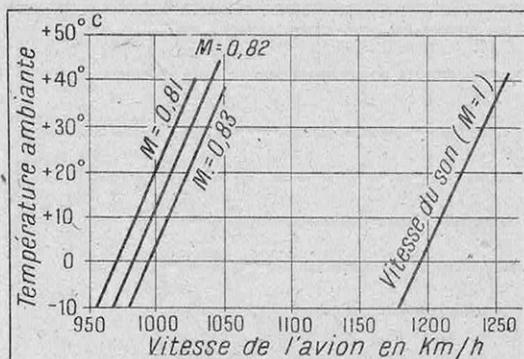


FIG. 11. — VARIATIONS DU NOMBRE DE MACH AVEC LA TEMPÉRATURE AMBIANTE

Le diagramme donne le nombre de Mach, rapport de la vitesse de l'avion à la vitesse du son, pour une vitesse d'avion et une température ambiante données. La courbe de droite, graduée 1, représente la vitesse du son, elle-même en fonction de la température.

sance de  $2 \times 1570$  ch, soit 22 %. Ces chiffres traduisent la réalité du « mur de traînée ». Alors que la puissance est à peu près proportionnelle au cube de la vitesse, aux vitesses maximum données par le moteur à explosions, elle varierait donc, au voisinage de 1 000 km/h, comme la puissance 14 de la vitesse (1). Mais l'estimation est évidemment assez grossière, puisqu'elle ne tient pas compte de la température, ni des progrès de la cellule.

Autant qu'on peut en juger par les lois déjà connues du domaine « transsonique » (vitesses comprises entre 0,8 et 1,2 fois la vitesse du son), la loi de croissance de la traînée ne devient guère plus favorable au delà de 1 000 km/h, et on peut se demander si le franchissement de la vitesse du son par les avions à turboréacteurs sera chose aisée.

Pour atteindre les 1 206 km/h de la vitesse du son dans l'air à  $15^{\circ}\text{C}$ , il faudrait, sur un « Meteor », une puissance de 55 000 ch, en admettant une loi de variation de puissance avec l'exposant 6. Mais, si léger et si peu encombrant que soit le turboréacteur, il ne saurait être question d'installer une telle puissance sur un Gloster « Meteor » sans un supplément notable de poids et de volume, donc de traînée. Il est donc bien possible que, pendant longtemps encore, les puissances données par le turboréacteur ne permettent pas de franchir les 200 derniers km/h, alors que l'atteinte des 1 000 premiers aura été relativement aisée. Heureusement, la fusée est prête à donner immédiatement la vitesse supersonique.

Il faut toutefois retenir de ces remarques une conséquence d'intérêt immédiat : les chasseurs à réaction donneront tous sensiblement la même vitesse, même pour des rendements et des puissances assez différents de leurs moteurs.

A. FOURNIER

(1) L'exposant 14 est le quotient des augmentations relatives de puissance et de vitesse, 22 % et 1,58 %. Il résulte de l'application de la formule approchée

$$(1 + x)^n = 1 + nx$$

valable quand  $x$  ne dépasse pas quelques centièmes.

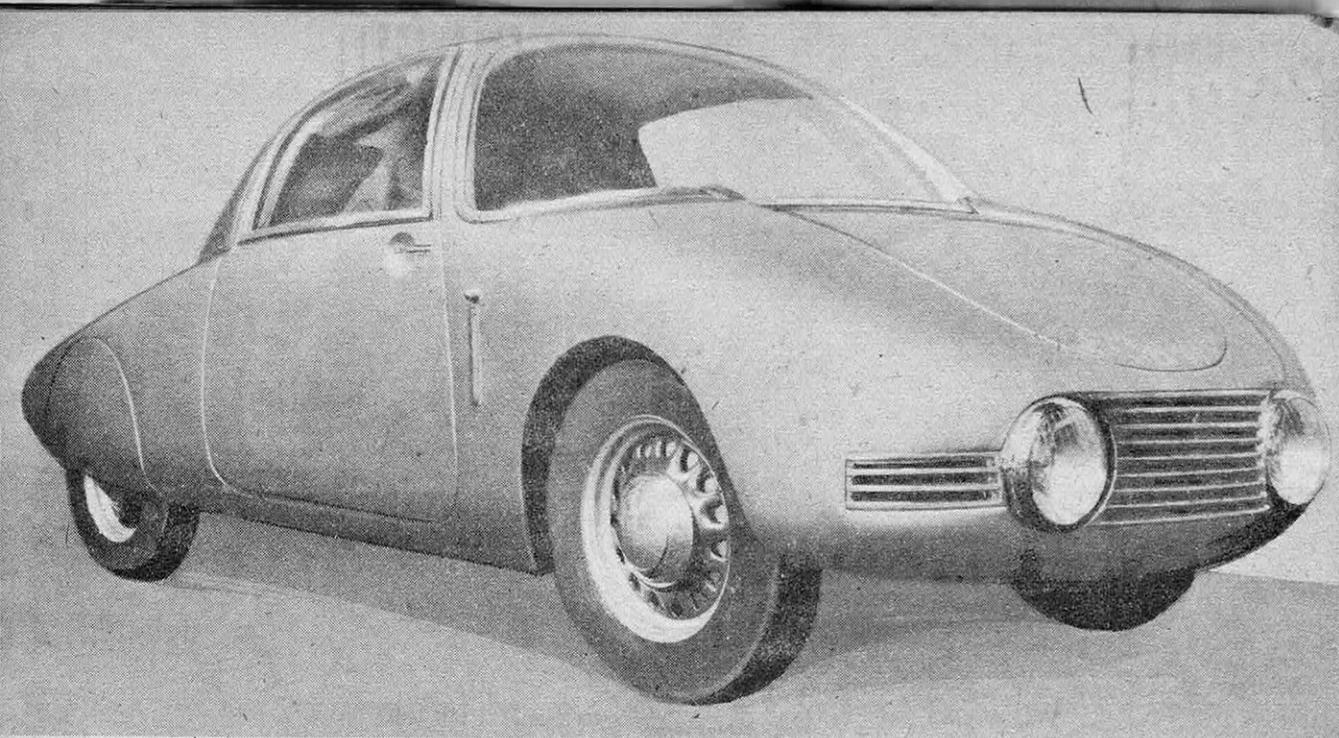


FIG. 1. — LA VOITURE A PROFILAGE INTÉGRAL J.-P. WIMILLE

*Ce prototype illustre un certain nombre de conceptions particulières qui, sans être absolument nouvelles, n'ont été jusqu'à présent que peu utilisées. C'est une trois places à un seul siège avant, le conducteur étant placé entre les deux passagers. Le passage des différentes combinaisons de la boîte électromagnétique Cotal se fait par le moyen d'un sélecteur placé sous le volant. Le moteur Citroën de 54 ch est monté à l'arrière. Châssis à tubes, quatre roues à suspension indépendante par barres de torsion.*

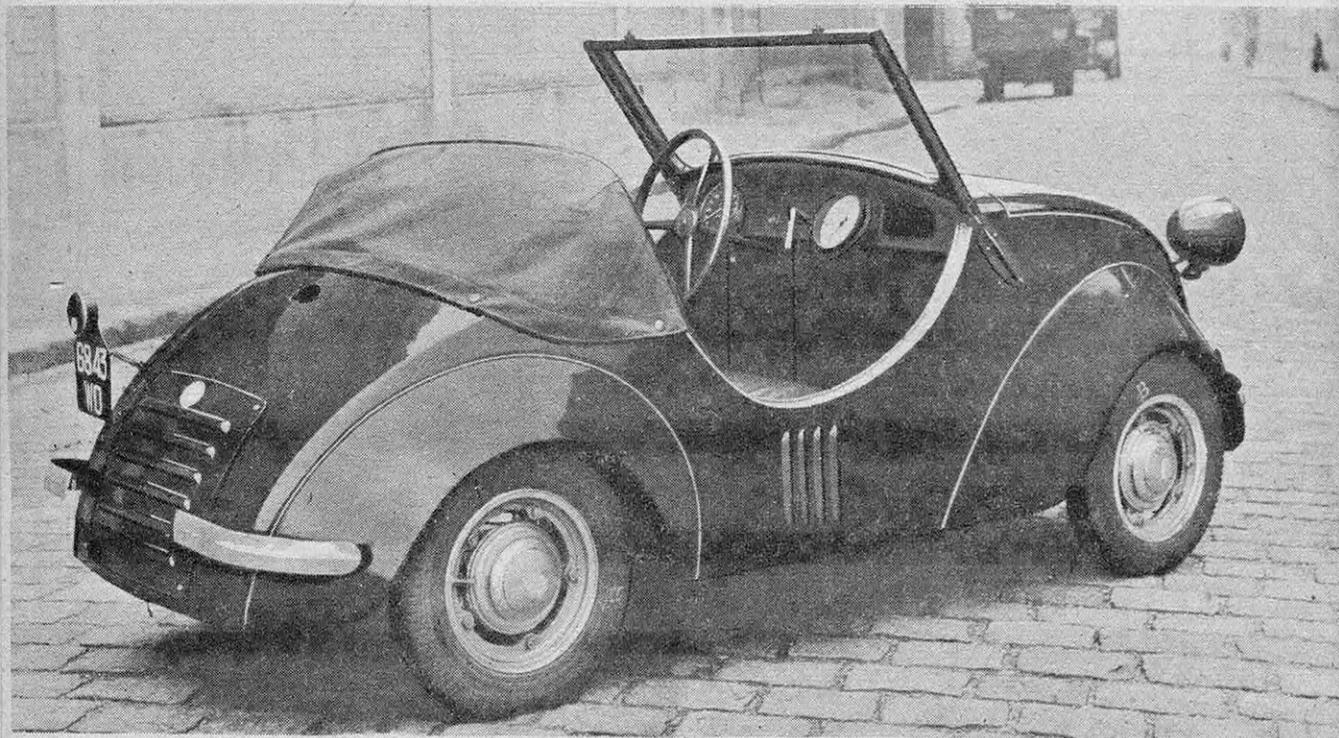


FIG. 2. — LE MOTOCAR ROVIN A MOTEUR DE 260 CM<sup>3</sup>

*Cette voiture répond exactement à la formule définie par le législateur. De dimensions requises (voie avant 0,900 m, arrière 0,870 m, longueur 2,53 m, largeur 1,10 m, poids à vide 225 kg), elle est équipée à l'arrière d'un moteur monocylindrique de 260 cm<sup>3</sup> qui donne, à 3 500 t/min, avec un taux de compression de 6,2 et une essence à 60 d'octane, une puissance de 6,6 ch. La vitesse moyenne est de 50 km/h pour une consommation en essence de 4,150 l aux 100 km. A pleine charge, en prise, sur route pavée, une côte de 4,5 % serait absorbée à 40 km/h de moyenne.*

# L'AUTOMOBILE FRANÇAISE

par Jean BONNET

*Après huit années d'interruption, vient de se tenir à Paris un Salon de l'Automobile, le premier de l'après-guerre. Son opportunité était discutée en raison de l'impossibilité de livrer les modèles exposés avant un délai minimum d'une année. Ceci est la conséquence directe d'une politique générale qui n'a pas permis à la construction automobile de marquer le redressement commercial auquel elle pouvait prétendre en tenant compte des progrès techniques importants qu'elle a accomplis. Les efforts des bureaux d'études se sont principalement exercés sur la voiture légère et la mise au point de moteurs de cylindrée réduite — 750 cm<sup>3</sup> en général — à grande puissance massique. C'est là que l'on trouve la plupart des solutions nouvelles caractérisant la production d'après guerre, résultant, principalement, d'une étude approfondie des suspensions à flexibilité variable, de l'emploi généralisé des alliages légers à haute résistance mécanique et des carrosseries profilées qui offrent aux occupants un confort suffisant tout en réduisant considérablement la résistance que l'air oppose à l'avancement. Malgré les conditions défavorables faites à la construction automobile, la technique française a affirmé sa vitalité et ses réalisations nouvelles lui permettent, en 1946, de supporter honorablement la comparaison avec les productions étrangères.*

**L**a production française actuelle, telle qu'elle a été présentée à l'occasion du premier Salon d'après guerre, est essentiellement caractérisée par un effort d'ensemble sur la voiture légère.

A cet état de fait, deux raisons principales : d'une part, une politique officielle qui mettait, dès la Libération, les constructeurs dans l'obligation d'orienter leurs recherches vers cette catégorie particulière de véhicules ; d'autre part, une loi générale, qui n'a connu aucune exception en France, et qui veut que toujours l'évolution soit guidée par une diminution progressive de la cylindrée.

Le plan quinquennal auquel nous faisons ici allusion a subi beaucoup de critiques. S'inspirant directement des conditions précaires au milieu desquelles se débattaient, à l'époque, nos constructeurs, il prétend limiter étroitement l'activité des usines et orienter chaque marque vers un modèle déterminé. A la répartition, on omit certains constructeurs et non des moindres : Talbot, Bugatti, Hispano-Suiza, Rosengart, et cette injustice ne fut qu'en partie réparée. De plus on comprenait implicitement que la presque totalité de la production serait réservée à l'exportation, ainsi qu'il ressort par exemple des prévisions gouvernementales pour le troisième trimestre 1946, exposées par le tableau de la figure 1.

Toutefois, le plan prévoyait un secteur libre pour les modèles d'une puissance inférieure à 5 ch, qu'il intitulait « motocars », et auxquels il assignait des limites strictes quant au poids et à la cylindrée. C'était inévitablement contraindre les bureaux d'études à s'orienter dans cette voie pour alimenter le marché intérieur.

Situation acceptable, en raison des développements techniques constatés pour cette catégorie, si l'on avait fourni suffisamment d'acier pour alimenter les deux secteurs de production ;

il n'en fut rien et, à une exportation suffisante, correspondent aujourd'hui des délais de livraison pour le marché national qui sont, au minimum, d'une année.

Reconnaissons cependant que, même en l'absence de tout plan, les cylindrées eussent été, malgré tout, réduites, quoique dans une proportion moins accusée. C'est la conséquence de la position particulière de notre pays qui n'est pas producteur de pétrole, mais dont la circulation automobile est dense — plus de deux millions de véhicules avant guerre. Obligatoirement, la question de consommation minimum doit passer au premier plan des préoccupations techniques, et le problème ne peut être résolu qu'en limitant volontairement la valeur des cylindrées.

Le public n'a pas à s'en plaindre. Cette orientation nous a valu, d'une part, les moteurs à grande puissance massique et haut rendement volumétrique ; d'autre part, la généralisation d'emploi des alliages légers à haute résistance pour la construction du châssis et de la carrosserie et, enfin, une étude systématique des formes de meilleure pénétration dans l'air, qui sont autant de progrès certains.

## La voiture légère, source de perfectionnements techniques

Ce n'est pas un paradoxe.

Le terme de voiturette a toujours présenté un certain sens péjoratif dont on le débarrasse difficilement. C'est que le public conserve le souvenir de certaines tentatives d'après la guerre de 1914-1918 qui furent loin d'être heureuses ; depuis l'échec des « cyclecars », la méfiance est demeurée. Aujourd'hui, elle ne saurait se justifier, d'abord parce que les modèles qui nous sont présentés ont été mûris pendant plusieurs années où toute activité automobile était interdite ; ensuite parce que l'industrie dispose de

CATÉGORIES ch	PRODUCTION	RÉPARTITION	
		France	Exportations
5	225	40	185
6-8	8 280	960	7 320
11	4 350	700	3 650
13	425	60	365
15	750	"	750
Luxe	285	"	285
Totaux..	14 315	1 760	12 555

FIG. 3. — PRÉVISIONS DE LA CONSTRUCTION AUTOMOBILE FRANÇAISE POUR LE TROISIÈME TRIMESTRE 1946 (VOITURES DE TOURISME)

moyens de réalisation et la technique de solutions originales et effectives qui n'étaient pas le fait de l'époque que nous évoquons. La mise au point des prototypes a nécessité un gros travail d'ensemble et a exigé la mise sur pied de chaînes de montage spéciales avec outillage adéquat ; c'est une garantie dont on ne doit pas mésestimer l'importance.

L'évolution est dominée par le souci de construire léger et résistant à la fois (1). Le matériau de base existe, c'est l'aluminium et les différents alliages qui en dérivent ; restait à trouver la méthode la plus propre à les utiliser au maximum d'efficacité.

Une première solution fut trouvée par l'ingénieur Grégoire et appliquée d'abord sur la voiture Aluminium Français, ensuite sur la « Dyna » 4 ch de Panhard qui en dérive avec des variantes notables, notamment pour le moteur ; il s'agit de la construction d'une « carcasse » comportant une pièce principale solidement nervurée, l'auvent, sur laquelle viennent se boulonner les pièces accessoires ; il en résulte un ensemble extrêmement rigide, léger, facile à réparer en cas de chocs et, de surcroît, insonore.

Conception opposée sur la Mathis 333, imaginée par l'ingénieur Andreau, avec une caisse-coque comportant un ensemble complet en tôle d'alliage d'aluminium, avec des caissonnages transmettant les efforts. On a combiné la fixation des pièces maîtresses de façon à réduire le plus possible la longueur de la poutre qui supporte les efforts principaux. Le train avant est assemblé sur le tablier, et la roue arrière — il s'agit d'une trois-roues — est fixée juste derrière la troisième place. Les pièces maîtresses, répartissant les efforts sur de grandes surfaces de tôle, évitent les contraintes locales élevées.

Renault, avec sa 4-ch, réalise une caisse-poutre en tôle d'acier soudée, formant l'ensemble carrosserie-châssis, qui possède ainsi une très grande rigidité. Cette caisse comporte de grands

(1) Voir « Le poids, ennemi de l'automobile », (*Science et Vie*, n° 347 août 1946).

emboutis en tôle de 7/10 soudés sur un plancher plate-forme comportant des nervures et traverses en tôle de 15/10. Les portes, interchangeables sans réglage, épousent la forme du caisson, ajouré pour donner l'aisance nécessaire aux passagers.

Signalons enfin, parmi les voitures légères en étude : le châssis de l'*Aérocarené*, formé de deux longerons-caissons et d'un plancher en Duralinox raidi par une couche d'ébonite-mousse collée, la liaison étant réalisée par soudure électrique, et la caisse étant également raidie et isolée par ébonite-mousse ; la caisse torpédo de la Rovin en tôle d'acier soudée électriquement par points, en forme de tank ; et enfin la carrosserie à visibilité maximum de Bernardet, sans montants de pare-brise.

### La renaissance du moteur à 2 cylindres

Probablement pour des raisons d'encombrement, la voiture légère actuelle a marqué la renaissance d'un type de moteur qui paraissait bien abandonné depuis plusieurs années, le 2-cylindres dans sa forme de *flat-twin*, où les deux cylindres horizontaux sont opposés, ce moteur étant disposé en travers dans le châssis.

Sur la Mathis, on note un curieux travail destiné à éviter la production du moment de lacet présenté habituellement par le *flat-twin* et dû au désaxage des cylindres. Ceux-ci sont, ici, disposés exactement selon le même axe ; il a donc fallu prévoir une disposition particulière des manetons du vilebrequin pour l'accouplement des pistons. Le vilebrequin comporte trois manetons : un principal sur lequel s'articule un des pistons par l'intermédiaire d'une bielle ordinaire et, de part et d'autre de celui-ci, deux autres décalés de 180° par rapport à lui et sur lesquels vient s'articuler l'autre piston par l'intermédiaire de deux biellettes placées symétriquement par rapport à son axe (fig. 4).

L'équilibrage est excellent, puisque les forces d'inertie sont toujours en opposition, la résultante commune ne pouvant donner lieu à aucun couple alternatif dans le plan horizontal. Le maximum de moment d'inertie se situe autour de l'axe longitudinal, ce qui diminue l'amplitude des oscillations dues aux variations du moment moteur.

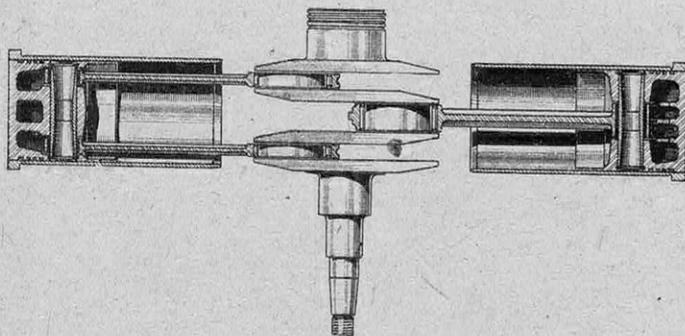


FIG. 4. — LE FLAT-TWIN DE LA MATHIS 333

Le flat-twin, lorsqu'il est placé en travers, peut donner naissance à un moment de lacet perceptible à certaines allures de régime. La solution imaginée par M. Raymond Georges pour la Mathis consiste à supprimer le désaxage des cylindres, ce qui conduit à dessiner un accouplement pistons-manetons spécial, qui supprime le couple alternatif dans le plan horizontal, dû aux forces d'inertie.

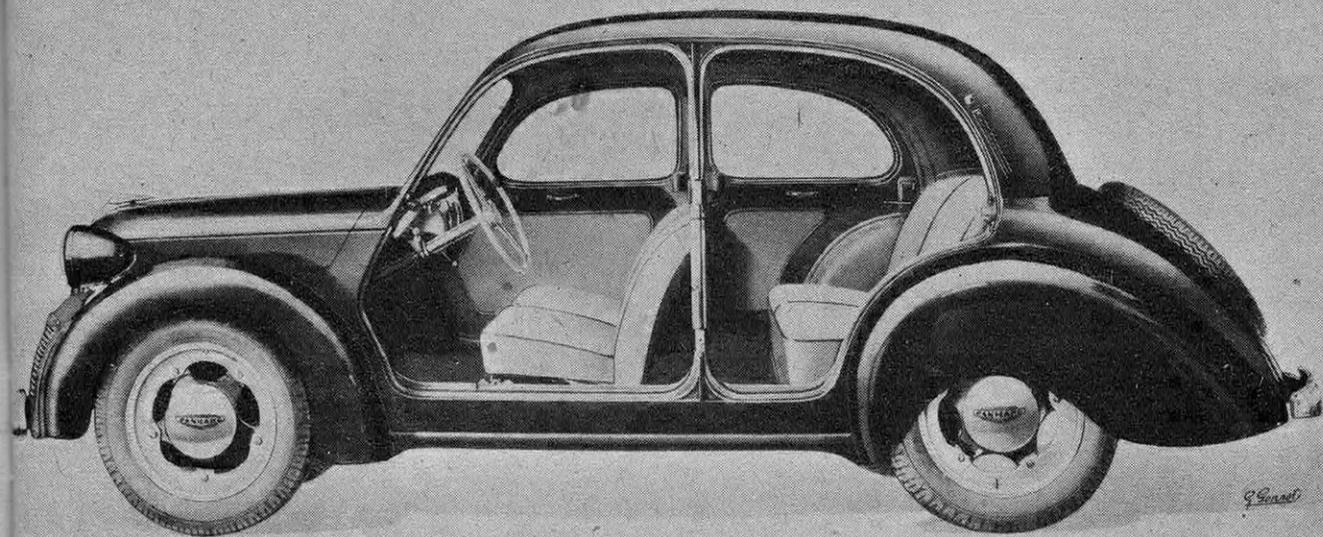


FIG. 5. — COUPE LONGITUDINALE DE LA DYNA PANHARD

Réalisée en accord avec l'ingénieur J.-A. Grégoire, la Dyna Panhard se signale par une étude très poussée du moteur flat-twin à refroidissement par deux ventilateurs, qui peut donner 23 ch pour une cylindrée de 594 cm<sup>3</sup> seulement. Cette voiture a d'ailleurs couvert Paris-Dijon à 80 km/h de moyenne. La carrosserie à quatre portes comporte un habitacle très confortable pour quatre personnes.

Ce moteur est refroidi par circulation d'eau, chaque culasse portant son propre radiateur. Devant chaque radiateur, une ouverture est pratiquée dans le bord d'attaque de la carène où la pression aérodynamique est maximum; les sorties d'air sont prévues dans une zone de forte dépression, le tracé général de circulation augmentant considérablement la valeur de la vitesse de passage de l'air.

Contrairement à cette réalisation, le refroidissement du moteur Grégoire est à air: les cylindres et les culasses sont munis d'ailettes de larges dimensions, et il existe un ventilateur par cylindre commandé par courroie; le courant d'air est condensé par des déflecteurs. Des caches de calandre sont prévues pour éviter un refroidissement exagéré en hiver. Les soupapes sont en tête de culasse et commandées par culbuteurs.

Un dispositif très intéressant pour la distribution des soupapes est aussi à signaler dans le moteur de la « Dyna » de Panhard qui adopte les grandes lignes de la Grégoire-Aluminium Français, mais avec des variantes personnelles. Les soupapes, au lieu d'être rappelées sur leur siège par des ressorts à boudin, le sont par des barres de torsion (fig. 7). Étant donné que nous sommes en présence de hauts régimes de rotation, cette solution est plus efficace que le procédé classique du ressort, celui-ci fût-il « à pinçettes » comme sur certains monocylindres de motocyclettes.

Le moteur à quatre cylindres, à raison d'une régularité cyclique meilleure, conserve ses partisans. Renault l'a adopté sous sa forme classique à haut rendement, soupapes en tête à culbuteurs, culasse aluminium avec sièges rapportés et refroidissement spécial des soupapes d'échappement, et carburateur inversé

avec réchauffage automatique du collecteur.

Bernardet s'est rallié à une conception mixte: le moteur possède bien quatre cylindres, mais ceux-ci sont disposés en opposition par paires; il s'agit en somme d'un double flat-twin, avec les avantages qui en résultent autant pour l'équilibrage que pour la facilité de réalisation d'une traction par les roues avant.

Enfin on connaît également quelques exemples de monocylindres de Rovin, Aérocarène, Julien, mais il ne peut s'agir, en ce cas, que de faibles cylindrées, les véhicules ainsi réalisés étant destinés au service urbain et ne pouvant se prêter que difficilement au tourisme, malgré l'apport d'une boîte à quatre vitesses.

### « Tout avant » ou « tout arrière » et les particularités de la suspension

Logiquement, la technique générale de ces voitures ultra-légères devait ranimer une querelle qui s'était à peu près éteinte en cylindrées supérieures, celle dite du « tout avant » ou « tout arrière », selon la disposition du moteur dans le châssis. La solution classique: moteur à l'avant, transmission et traction par les roues arrière, est à peu près inacceptable, puisque, pour les carrosseries de dimensions nécessairement restreintes, on ne peut supporter la servitude de l'arbre secondaire de transmission qui traverse le châssis d'un bout à l'autre. Il faut, ici, un plancher plat.

Les deux solutions ont leurs avantages et leurs inconvénients, et il ne paraît pas que l'on puisse dégager une vérité absolue. La mécanique appliquée offre de nombreux exemples de solutions qui ne sont que des compromis et qui doivent être acceptées avec leurs défauts; c'est le cas présentement.

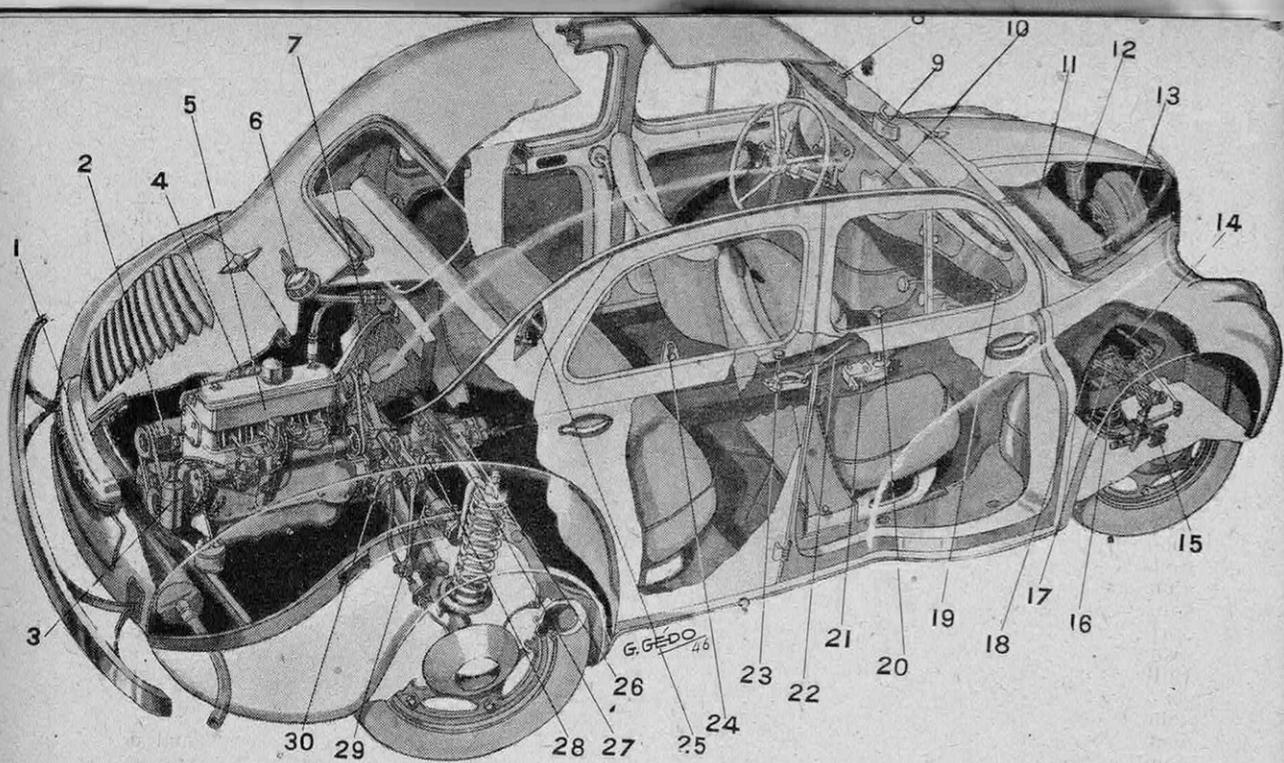


FIG. 6. — LA 4 CH RENAULT A MOTEUR ARRIERE

La nouvelle 4-ch Renault comporte un moteur 4 cylindres à soupapes en tête, de 760 cm<sup>3</sup> de cylindrée, donnant 19 ch à 4 000 t/mn. Refroidissement par eau, avec entrée d'air par deux ouïes placées en avant des ailes arrière. De chaque côté du différentiel, un cardan attaque un arbre de roue. La suspension est à quatre roues indépendantes par ressorts hélicoïdaux et amortisseurs hydrauliques. La consommation est de 6 l aux 100 km pour une vitesse de 90 km/h. 1, éclairage arrière; — 2, dynamo; — 3, bobine; — 4, carburateur; — 5, moteur 4 cylindres à culbuteurs; — 6, bouchon d'orifice de remplissage d'eau; — 7, radiateur; — 8, pare-soleil; — 9, rétroviseur; — 10, instrumentation de bord; — 11, mallette; — 12, cylindre Lockheed; — 13, pneu et jante de secours; — 14, barre de direction; — 15, patte d'attache au flasque de frein; — 16, ressort à boudin; — 17, bras de levier supérieur; — 18, traverse caisson de la coque; — 19, levier de commande du volet de glace avant; — 20, levier de changement de vitesse; — 21, starter; — 22, levier de frein; — 23, indicateur de direction clignotant et feu de position; — 24, bouton permettant le décalage de la glace pour l'aération; — 25, indicateur de direction clignotant et feu de position; — 26, boîte de vitesses; — 27, traverse tubulaire de la coque; — 28, amortisseur hydraulique; — 29, traverse tubulaire tenant les ressorts et le carter de différentiel; — 30, boîtier du cardan de sortie d'un demi-arbre.

Les partisans du « tout avant » font ressortir une tenue de route d'autant meilleure que, d'une part, le modèle est plus léger, et que, d'autre part, le moteur *flat-twin* permet de prévoir un porte-à-faux important sur l'essieu avant, facteur d'accroissement de stabilité. Par contre, cette solution entraîne l'adoption de joints homocinétiques (1) sur les roues avant, mais l'objection n'a que peu de valeur, l'expérience ayant prouvé — notamment avec le matériel militaire — l'excellence des systèmes proposés dont le joint Tracta est le plus généralement adopté. Panhard, Mathis et Bernardet ont adopté le « tout avant ».

Par contre, les défenseurs du « tout arrière » (Renault par exemple) font remarquer à l'avantage de ce dispositif la simplicité de transmission aux roues et l'accroissement de la valeur de la traction en périodes d'accélération et de démarrage, puisqu'à ces moments le couple moteur a tendance à faire basculer la voiture sur l'arrière.

De plus — et c'est un argument sérieux — il est incontestable que cette disposition permet de placer les quatre sièges entre les deux essieux. Or, on admet qu'un choc vertical sur l'un des

essieux provoque un mouvement de galop qui s'exerce autour de charnières fictives situées entre le centre de gravité de la voiture et l'autre essieu; les sièges étant prévus à l'aplomb de ces charnières, les passagers ressentent au minimum les oscillations dues à l'état de la route. On peut donc simplifier la suspension.

Sur la Renault, les quatre roues sont indépendantes, avec ressorts en hélice et amortisseurs hydrauliques. Rovin, qui s'est rallié également au « tout arrière », réalise cette indépendance de chaque roue par des ressorts à lames à l'avant et des ressorts hélicoïdaux à l'arrière. Enfin sur l'Aérocarenne, la suspension avant est à voie constante par barres de torsion; les ressorts à boudin sont adoptés à l'arrière (il s'agit d'une trois-roues).

Ce problème de la suspension isochrone — efficacité indépendante de la charge — n'a cependant pas échappé aux partisans du « tout avant » et, sur la Mathis comme sur la Dyna Panhard, des dispositifs ont été prévus qui, pour être moins simples que les précédents, n'en constituent pas moins des solutions efficaces.

La Mathis n'ayant qu'une roue à l'arrière, et cette roue ne subissant pas d'efforts de dévers en virage, est dotée d'une suspension dont la fréquence est de 65 oscillations par minute pour un débattement considérable de 20 cm de part et d'autre de sa position neutre. L'isochronisme est dû à l'emploi d'un ressort cylindrique comprimé par une came à profil spécial qui

(1) Un joint homocinétique est une sorte de double joint à cardan permettant d'avoir sur l'arbre entraîné une vitesse instantanée de rotation constante quel que soit l'angle des deux arbres, tandis qu'avec un cardan simple cette vitesse est périodiquement variable pour une vitesse constante de l'arbre entraîneur (Voir *Science et Vie*, n° 331, p. 150).

entraîne le déplacement angulaire du bras de suspension. A l'avant, chaque roue indépendante, d'une fréquence d'oscillation de 90 par minute, est portée par un ressort spirale tronconique ; les spires les plus larges se posant successivement sur le plan d'appui font varier avec la charge la longueur efficace du ressort ; d'autre part, des amortisseurs coulissants à section de passage variable évitent, même à faible charge, le rebondissement des roues.

La 4-ch Panhard, comme la voiture Aluminium Français, bénéficient d'études très précises de Grégoire qui a réalisé, en particulier, une suspension à quatre roues indépendantes de la façon suivante. A l'avant, chaque roue est portée par deux ressorts transversaux. A l'arrière, chaque roue comporte une fusée à double jeu de roulements Timken, boulonnée à l'extrémité d'un bras coulé en métal léger traité, qui oscille dans la partie avant des longerons arrière et porte sur des cônes en caoutchouc. L'isochronisme est réalisé par un ressort hélicoïdal travaillant en traction, accroché d'un côté au châssis et de l'autre au bras de suspension, et dont l'emplacement est déterminé mathématiquement. On obtient ainsi une véritable suspension à flexibilité variable caractérisée par les chiffres suivants : pour 100 kg avec un passager, flexibilité 86 mm, 100 kg avec 4 passagers 73 mm, et enfin, pour 100 kg au débattement maximum 65 mm.

### La nécessité du profilage

En remarque générale, toutes les voitures sont profilées à l'extrême et c'est probablement sur ces modèles que l'on trouve les plus belles études de formes de meilleure pénétration, compte tenu de la nécessité d'offrir aux passagers un habitacle suffisant. Il est bien évident que la résolution de ce problème de la moindre résistance de l'air est ici essentielle, puisque non seulement nous devons obtenir une vitesse de croisière importante en dépit d'une cylindrée réduite, mais qu'en outre la consommation en essence doit être minimum.

La voiture la plus travaillée sur ce point est sans conteste la trois-roues Mathis, pour laquelle Andreau a pu appliquer un projet de coque fuselée qu'il avait déjà présenté avant guerre, au concours de la voiturette institué par la Société des Ingénieurs de l'Automobile. L'idée maîtresse est que le carénage doit comporter un corps de faible résistance aérodynamique enveloppant l'infrastructure de la voiture ; on lui adjoint un habitacle à face d'attaque conçue pour perturber au minimum l'écoulement de l'air. La carène de base est ogivale à profil d'allure parabolique en sections verticale et horizon-

tales ; le pare-brise à deux glaces plates forme un dièdre incliné vers l'arrière ; entre le pare-brise et la carène se trouvent des surfaces de raccordement évitant le décollement des filets d'air.

De plus, il a fallu, pour ne pas diminuer l'adhérence, choisir l'incidence donnant une portance nulle sans accroître la traînée, ce qu'on obtient en inclinant l'axe de la carène, abaissé à l'avant et relevé à l'arrière. Le fond de la voiture est prévu pour assurer un bon écoulement entre la voiture et le sol.

### Les autres modèles français

Ainsi nous avons résumé l'essentiel du développement technique de la construction française dans le domaine de la petite voiture, c'est-à-dire là où le travail fut le plus complet. Les modèles courants sont semblables à ceux de 1938 quoique modifiés et perfectionnés dans les détails. Rappelons qu'il s'agit de Renault avec la Juvaquatre ; Peugeot avec sa 202 ; Simca avec ses modèles 5 et 8 ; Citroën avec ses 11 et 15-ch traction avant ; Ford avec la V-8, 13 ch.

Il faut cependant signaler qu'en dépit des conditions difficiles de production, quelques marques ont réalisé des modèles nouveaux de haute tenue qui nous permettent, à l'exportation, de soutenir la comparaison avec des constructions étrangères, et notamment avec la construction américaine, dont on n'a eu que peu d'exemples au Salon, les modèles présentés étant suffisants toutefois pour marquer l'évolution générale qui s'est faite beaucoup plus vers le meilleur confort et la plus grande facilité de conduite que par de véritables révolutions techniques.

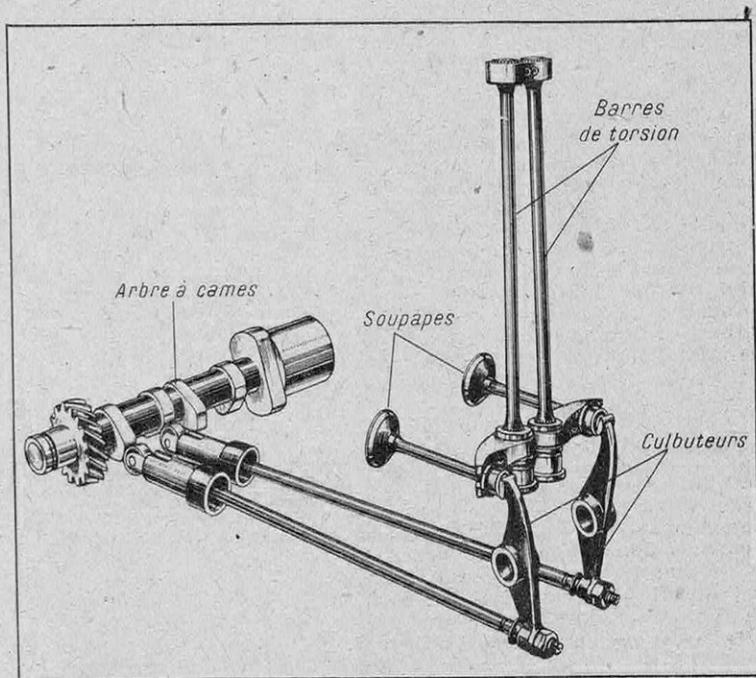


FIG. 7. — LA COMMANDE DE SOUPAPES DYNA PANHARD

Dans le moteur de la Dyna Panhard les soupapes sont rappelées par des barres de torsion ; cette solution nouvelle présente sur les classiques ressorts en hélice l'avantage d'une inertie moindre, qui se traduit par une amélioration de la distribution.

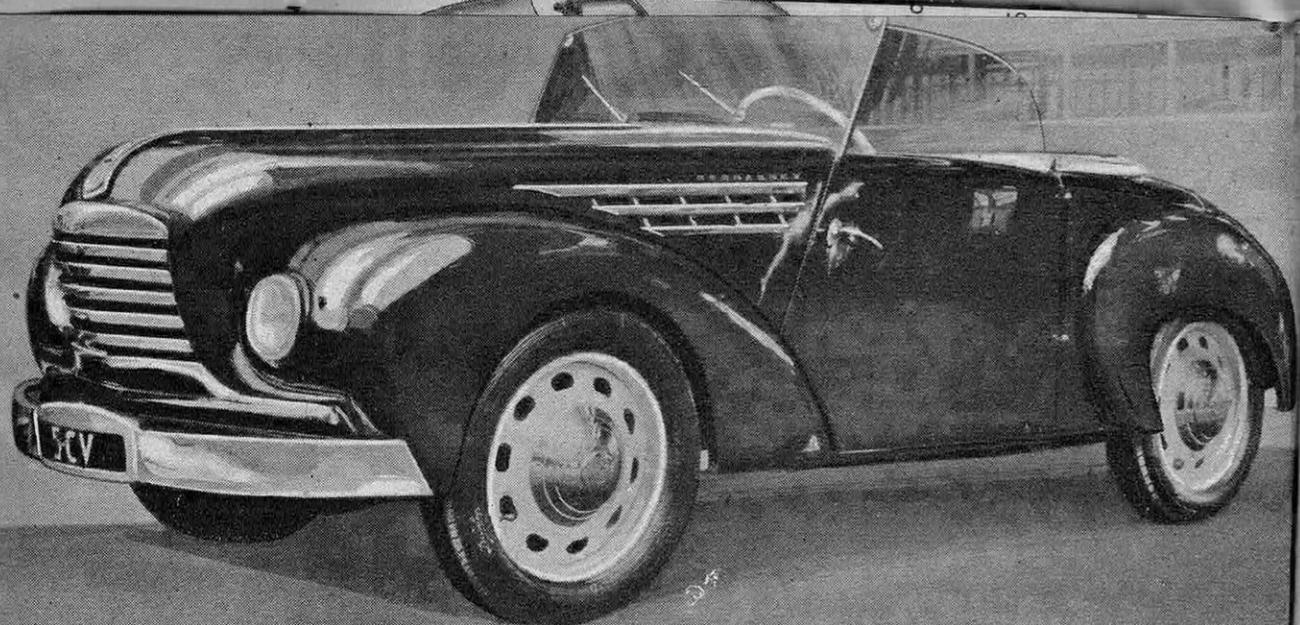


FIG. 8. — LA 5 CH BERNADET A TRACTION AVANT

*La ligne générale de cette voiture, réalisée en cabriolet décapotable, à vision intégrale par suppression des montants de pare-brise, s'apparente à celle des voitures plus puissantes. C'est une traction avant remarquable par la conception de son train avant. Son moteur, 800 cm<sup>3</sup> à 4 cylindres en double flat-twin, est très compact et peut s'adapter à différents types de carrosserie.*

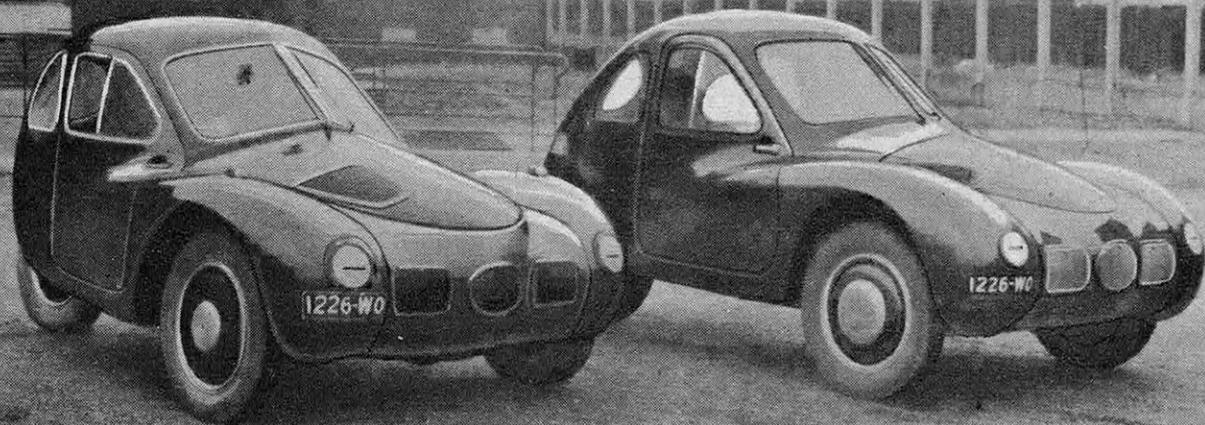


FIG. 9. — LA VOITURE LÉGÈRE MATHIS A TROIS ROUES

*C'est le type 333, réalisé par Mathis sur l'étude de l'ingénieur Andreau et caractérisé par l'adoption de trois roues dont les deux avant sont tractrices et directrices. Cette formule, permettant d'établir une carrosserie très profilée, conduit à un allègement appréciable. La direction est insensible à l'éclatement d'un pneu, la seule réaction, en cas d'éclatement à l'avant, étant une légère traction sur la direction que l'on maintient facilement. Moteur flat-twin de 707 cm<sup>3</sup> de cylindrée donnant 15 ch à 3 000 t/mn. A 100 km/h pour un poids total de 570 kg et des pneus gonflés à 2,25 kg par cm<sup>2</sup>, la résistance de l'air n'absorbe que 7,75 ch.*

Citons la J. P. Wimille, typiquement profilée avec moteur à l'arrière; il s'agit d'une Citroën 54 ch accompagné d'une boîte électromagnétique Cotal; un 6-cylindres en V de 1 500 cm<sup>3</sup> est actuellement à l'étude. Le châssis est composé de deux tubes de 12 mm avec suspension indépendante des quatre roues par barres de torsion. La boîte électromagnétique permettant de commander les vitesses par un simple sélecteur placé sous le volant, on a pu réaliser une trois-places avec les passagers de chaque côté du conducteur qui se trouve ainsi au centre. Une six-places du même principe sera réalisée prochainement.

Rosengart, devenu la Société Industrielle de l'Ouest Parisien, a conçu la « Supertrahuit » à moteur Mercury 22 ch, 8 cylindres en V, boîte trois vitesses commandées sous le volant. Les quatre roues sont à suspension indépendante par barres de torsion et amortisseurs hydrauliques. L'ensemble est monté sur un châssis-caisson. Bugatti a travaillé un type tourisme 1 500 cm<sup>3</sup>,

4 cylindres, 3 soupapes par cylindre et un seul arbre à cames. Essieu avant tubulaire, châssis entretoisé en X, pont arrière en coquille et jambe de force parallèle à l'arbre de transmission, solutions habituelles à la marque.

Enfin Delahaye a sorti une nouvelle 4,500 l à 6 cylindres réalisée en deux types, le 175 qui donne 125 ch avec un carburateur et 140 ch avec trois carburateurs, et le 178 qui donne 120 ch et qui est monté sur un châssis long. Les soupapes en tête sont commandées par culbuteurs; boîte à trois vitesses électromagnétique Cotal, suspension à roues avant indépendantes. Ces modèles, habillés luxueusement, prouvent que la construction française n'a rien perdu de ses qualités, ce qui conduit à déplorer qu'une mauvaise politique de production ne permette pas d'en tirer tout le bénéfice désirable.

### Les Américains et la boîte de vitesses à commande automatique

La construction américaine paraît adopter

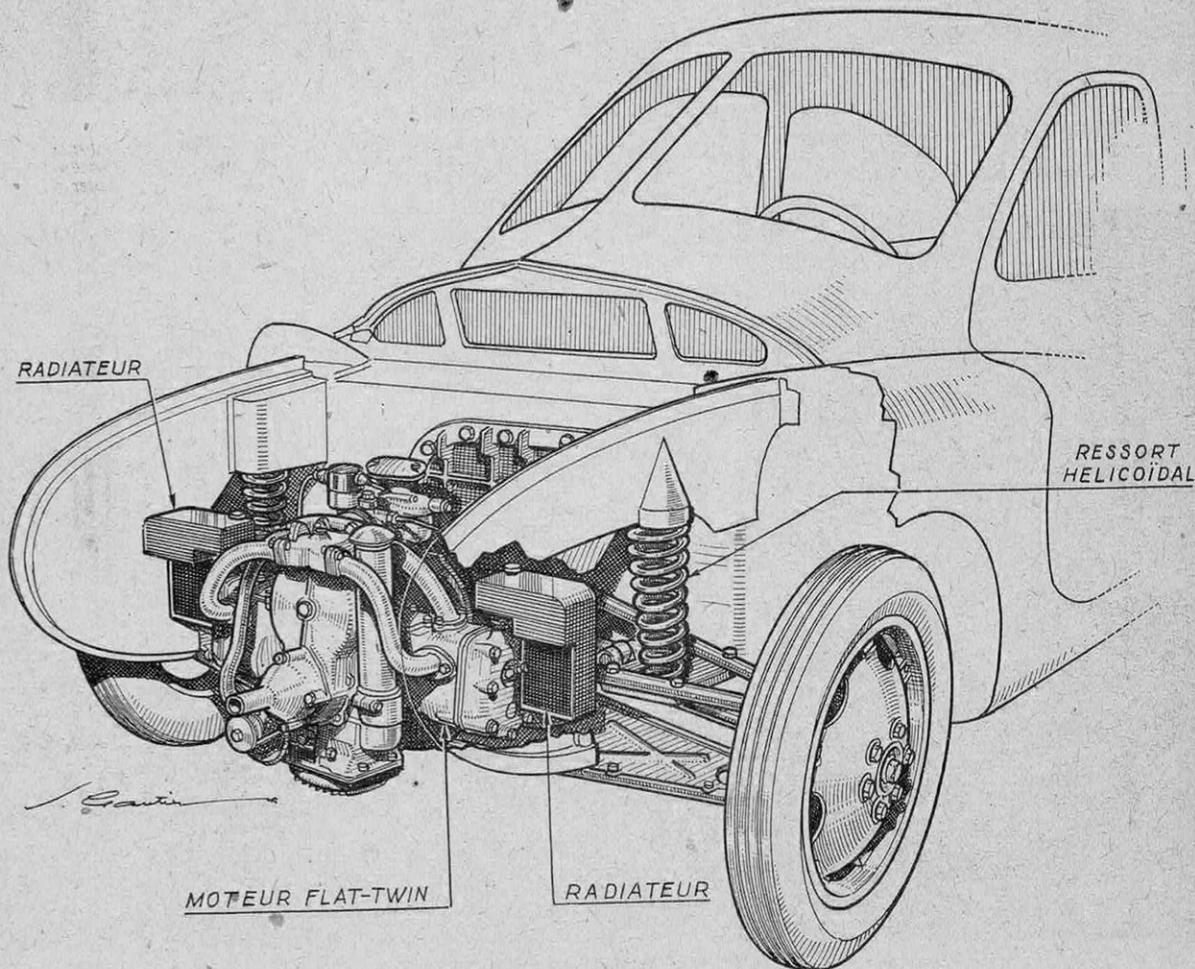


FIG. 10. — LA SUSPENSION ISOCHRONE DE LA MATHIS

Les deux roues avant de la Mathis 333 sont à suspension indépendante isochrone, c'est-à-dire à fréquence propre constante, quelle que soit la masse suspendue. Chaque roue est portée par un ressort en hélice de forme tronconique, la longueur libre du ressort variant avec la charge. Cette suspension s'accompagne d'amortisseurs coulissants à section de passage variable pour éviter le rebondissement des roues.

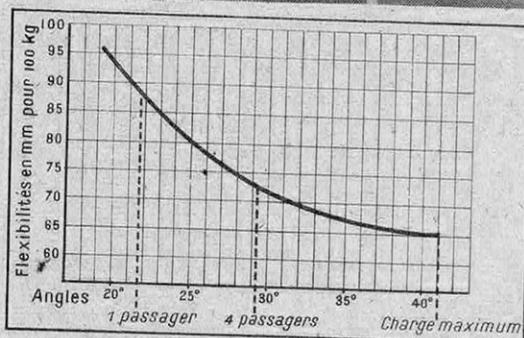
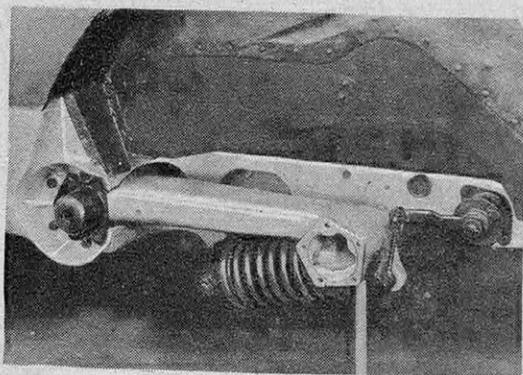


FIG. 11 ET 12. — LA SUSPENSION A FLEXIBILITÉ VARIABLE DE LA GRÉGOIRE-ALUMINIUM FRANÇAIS

Cette suspension comporte un ressort hélicoïdal travaillant à la traction, reliant le châssis au bras de suspension. On voit, sur le graphique, comment varie la flexibilité de l'ensemble avec l'inclinaison du bras de suspension, donc avec la charge.

avec faveur les nouvelles boîtes de vitesses à commande automatique ou semi-automatique.

Etablissons une distinction entre le couplage hydraulique et la boîte automatique proprement dite. Dans le premier cas, il n'y a pas transformation de couple, mais simple transmission. Le dernier appareil en date est le « Gyrol Fluid Drive », embrayage fluide fondé sur le principe de l'embrayage hydraulique Daimler. Un « conducteur », ou cuvette garnie intérieurement de quarante-huit ailettes, est fixé à l'arbre moteur ; un « récepteur » de même forme est lié à l'arbre de la boîte de vitesses ; les deux pièces sont montées en face l'une de l'autre, à quelques millimètres de distance et enfermées dans un tambour d'acier strictement étanche, contenant de l'huile insensible aux variations de température. Le « conducteur », en tournant, chasse vers l'arrière l'huile qui vient agir sur les ailettes du « récepteur », provoquant ainsi la rotation de l'arbre de la boîte de vitesses.

Les changements de vitesse hydraulique sont de deux types. Dans un premier cas, le liquide mû par une pompe agit sur les pistons d'un moteur hydraulique ; pour changer la démultiplication, il suffit de modifier la course du piston de la pompe. Dans le second cas, on adopte l'embrayage hydraulique que l'on combine à un changement de vitesse à engrenages hypercycloïdaux mis en mouvement par des freins mécaniques agissant sur des tambours.

En France, nous avons la boîte électromagnétique Cotal. On a présenté au Salon un autre modèle, dû à l'ingénieur Conte, dont le fonctionnement peut être entièrement automatique et qui utilise l'action antagoniste des variations du couple moteur et du couple résistant pour agir sur une crémaillère combinée avec l'emploi d'un régulateur centrifuge spécial.

J. BONNET

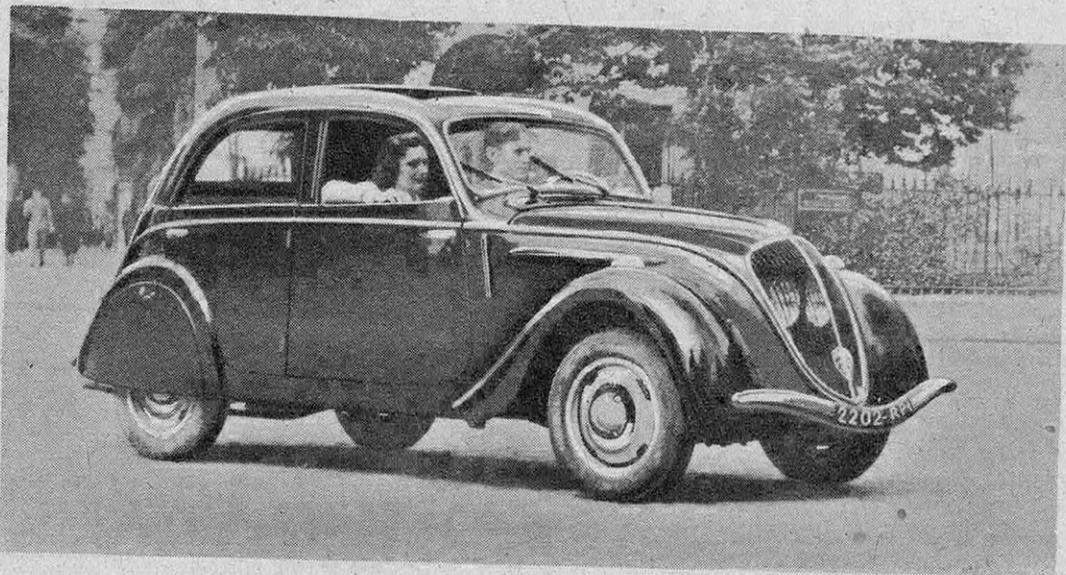


FIG. 13. — LA BERLINE 202 PEUGEOT

Peugeot a concentré son programme de fabrication sur la 202, dont il a présenté un type berline à quatre places et quatre portes, ainsi qu'un cabriolet décapotable ; il en a fait aussi une application aux véhicules industriels. Solutions mécaniques classiques : suspension avant à roues indépendantes, amortisseurs hydrauliques à double effet, freins hydrauliques, châssis bloc-tube. Le moteur est un 4 cylindres de 1 133 cm<sup>3</sup> de cylindrée à soupapes en tête « culbutées ».

# LES TECHNIQUES MODERNES DE L'ANESTHÉSIE CHIRURGICALE

par le Médecin Lieut.-Colonel R. DUBAU

Professeur agrégé du Val-de-Grâce

*Depuis que l'homme existe, depuis qu'il souffre dans sa chair, il a dû bien souvent caresser le même rêve : supprimer la douleur. S'il était besoin de preuves, nous pourrions évoquer le Moyen Age, avec ses formules magiques, ses secrets d'alchimistes, ses drogues mystérieuses, ses techniques effarantes, comme par exemple la strangulation provoquant une asphyxie souhaitée passagère, techniques dont sûrement la moins désagréable devait être l'ivresse, que Percy, plus tard, pendant les guerres de l'Empire, demandait à l'alcool. Au début du XIX<sup>e</sup> siècle, la chirurgie sentait déjà sa puissance ; plus que jamais il fallait se débarrasser du « cauchemar douleur » ; mais le rêve attendait toujours de devenir réalité. Fallait-il désespérer ? Tout portait à le croire puisque, en 1839, le grand chirurgien français Velpeau pouvait écrire : « Éviter la douleur dans les opérations est une chimère qu'il n'est pas possible de poursuivre aujourd'hui. » Et voici pourtant, le 1<sup>er</sup> février 1847, le même Velpeau qui, à l'hôpital de la Charité, opère son premier sujet sous narcose chirurgicale. Pouvait-il donner un plus beau démenti à ses paroles imprudentes ? Que s'était-il donc passé ? Qui avait fait de la « chimère » la plus douce consolation de l'opéré ? Qu'est devenue la méthode depuis son premier pas ? A-t-elle subi, comme toutes les branches de la médecine, de grosses modifications ? Telles sont les questions auxquelles nous allons essayer de répondre, en suivant l'anesthésie chirurgicale jusque dans ses progrès les plus récents, progrès dont l'importance est telle qu'on a pu parler d'une révolution de la technique anesthésique accomplie au cours de ces dix dernières années.*

## Les débuts de l'anesthésie chirurgicale

Il est actuellement reconnu de tous que le vrai père de l'anesthésie est le Dr Crawford Williamson Long ; cette paternité donna cependant lieu à de bien nombreuses discussions. Nous pourrions dire même que le sommeil chirurgical est né dans l'agitation et les passions les plus déchaînées.

Au moment où Velpeau exprimait le désenchantement de sa pensée, deux puissants agents anesthésiques étaient connus : l'éther, découvert en 1540 par Valérius Cordus, et le protoxyde d'azote, étudié par Humphrey Davy, qui, en 1800, après avoir bien noté ses propriétés, devait lui donner le nom de « gaz hilarant ».

Tous deux procuraient un certain degré d'ivresse, bien connue des étudiants chimistes américains. Du milieu étudiantin, ces propriétés devaient gagner le grand public, grâce à des conférenciers errants, qui parcouraient les États-Unis en faisant des expériences chimiques de vulgarisation. Les « soirées à l'éther », orgies vaguement déguisées, étaient devenues fort à la mode dans certains milieux intellectuels. Crawford Long était un passionné de la question ; aussi n'hésita-t-il pas, le 30 mars 1842, à pratiquer sur un de ses malades la première narcose à l'éther. Il répéta plusieurs fois cette première expérience et, dès 1844, huit anesthésies à l'éther avaient été pratiquées.

Malheureusement, C. Long exerçait dans l'état de Géorgie, dans la petite ville de Jefferson, à 300 km du chemin de fer le plus proche. Ses travaux restèrent méconnus pendant de nombreuses années.

Entre temps, en 1844, un dentiste américain, Horace Wells, se faisait extraire une dent sous protoxyde d'azote. Un second dentiste, toujours américain, William Morton, conseillé par le chimiste Charles Jackson, pratiquait, dans son cabinet dentaire, une anesthésie à l'éther.

Morton comprit vite que l'acte qu'il venait d'accomplir devait s'évader des cadres étroits de la spécialité pour prendre une place de premier rang en chirurgie générale, et c'est lui qui, le 16 octobre 1846, à l'Hôpital général du Massachusetts, dans le service du Dr John Collins Warren, devait, en public, pratiquer la première anesthésie chirurgicale.

Et voilà que, dans un grand centre chirurgical, ces trois auteurs, Wells, Jackson et Morton, vont se disputer âprement la priorité d'une découverte qui, en fait, appartenait à Crawford Long, petit médecin de campagne. Le premier, devenu fou, se suicida en 1848 ; le second, éthéromane, se noya en 1865 ; le troisième mourut également fou en 1880.

N'avions-nous pas raison de dire que le sommeil chirurgical était né dans le bruit et le désordre, soirées d'orgies et haines farouches de ses premiers promoteurs ?

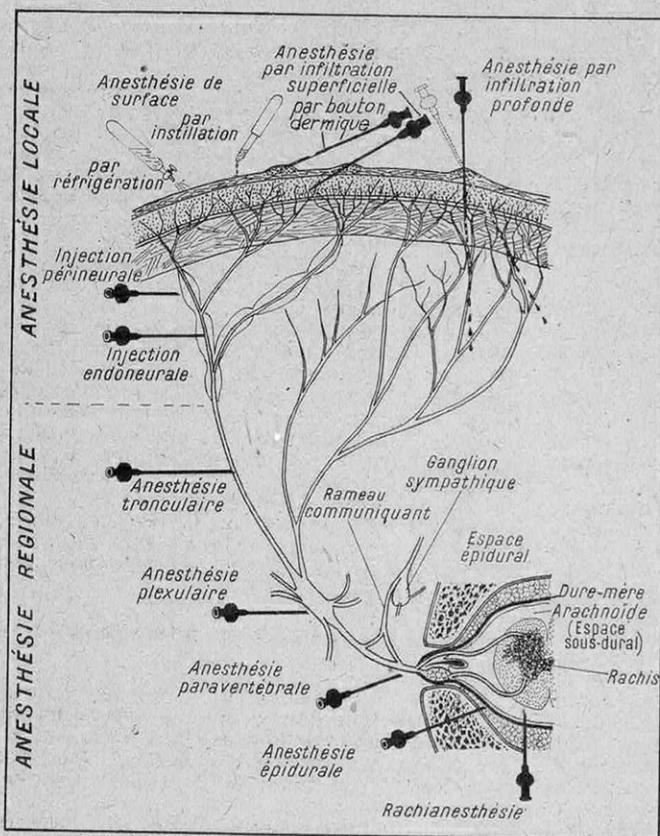


FIG. 1. — LES PRINCIPAUX PROCÉDÉS D'ANALGÉSIE (ANESTHÉSIE LOCO-RÉGIONALE)

Le schéma montre les différents niveaux où peuvent être atteintes les cellules nerveuses, suivant l'étendue du territoire que l'on veut anesthésier (d'après J. Maissonnet).

### Les méthodes permettant l'abolition des perceptions douloureuses

Deux méthodes, en apparence bien différentes, permettent de supprimer la douleur. L'une porte le nom d'anesthésie générale, l'autre d'analgésie.

L'anesthésie générale supprime la perception douloureuse en abolissant du même coup toutes les perceptions (sensations de contact, de chaleur, de douleur, etc.), et cela en tous les points de notre corps. De plus, le sujet perd conscience de ce qui se passe autour de lui, car il est plongé dans un sommeil profond.

L'analgésie est beaucoup plus limitée dans ses effets. Le sujet reste conscient, seule étant supprimée la perception douloureuse, et cela sur un territoire limité du corps, celui où doit porter l'intervention. C'est pour ce motif qu'on l'appelle anesthésie locale, terme doublement impropre, car il ne s'agit que d'analgésie et même d'analgésie localisée.

Ces deux méthodes procèdent d'une manière sensiblement identique : l'imprégnation de la cellule nerveuse par un produit toxique, l'agent anesthésique. Sous l'influence de ce corps, la cellule cesse de jouer son rôle physiologique nor-

mal pour un temps aussi long que celui pendant lequel elle demeure sous l'action de l'agent. Mais, dès que l'apport anesthésique cesse, l'organisme se libère du toxique et, par un effet réversible, la cellule redevient telle qu'elle était avant d'être neutralisée.

Le toxique anesthésique, pour remplir son rôle, doit donc atteindre la cellule nerveuse. En analgésie, la tâche est aisée : le chirurgien, avec son aiguille et sa seringue, choisit lui-même le lieu où il veut atteindre la voie sensitive et l'interrompt momentanément. Ceci explique pourquoi il commande le territoire qu'il veut insensibiliser et peut le limiter à sa fantaisie.

Il ne saurait en être de même en anesthésie générale. Ici, plus de seringue ni d'aiguille pour atteindre directement la cellule nerveuse, mais un moyen détourné : on introduit l'agent anesthésique dans le courant circulatoire et, dès lors, baignant, avec le sang qui le véhicule, toutes les cellules de l'organisme, le produit utilisé pourra toucher la cellule nerveuse dont il cherche la neutralisation. Ceci présente quelques inconvénients : toutes les cellules de l'organisme (cellules hépatiques, rénales, musculaires, etc.) entrent également en contact avec le toxique ; parmi les cellules nerveuses, il en est un certain nombre dont l'imprégnation fait courir un danger vital pour le sujet : ce sont les cellules des centres vitaux bulbaires (centres respiratoire et circulatoire) pour qui neutralisation veut dire syncope et mort. Le problème aurait pu être insoluble : mais le hasard semble avoir bien facilité les choses : d'abord en donnant aux cellules

nerveuses une affinité si grande pour les agents anesthésiques que la fixation du toxique par les autres cellules est pratiquement insignifiante, et surtout en accordant aux cellules des centres végétatifs bulbaires une affinité beaucoup plus faible qui leur permet, sauf en cas de surdosage, de rester indifférentes pendant toute la durée d'une anesthésie normale.

L'introduction de l'agent anesthésique dans le courant sanguin peut s'obtenir de deux façons différentes : par passage direct dans le sang (anesthésie intraveineuse), ou par passage détourné soit à travers une muqueuse, qui le plus souvent est la muqueuse rectale (anesthésie par voie rectale), soit à travers l'alvéole pulmonaire. Dans ce dernier cas, on mélange l'agent anesthésique à l'air inhalé : c'est l'anesthésie générale par inhalation, procédé qui est de loin le plus utilisé, à tel point que le terme d'anesthésie générale est devenu pratiquement synonyme d'anesthésie générale par inhalation.

En théorie tout au moins, l'analgésie paraît supérieure à l'anesthésie puisque le chirurgien limite selon ses besoins le territoire dont il veut supprimer la sensibilité. Toute la voie sensitive périphérique, de la peau au système nerveux central (moelle et encéphale), s'offre complai-

samment à son aiguille : la voie sensitive sort de la moelle sous forme de racines nerveuses qui, dès leur sortie du cadre osseux qui protège le système nerveux central (rachis et crâne), se groupent en plexus, puis se subdivisent en troncs nerveux, pour s'épanouir en fins corpuscules au niveau de la peau et des viscères ; en tous points, la voie sensitive est accessible, et son imprégnation par l'agent anesthésique sera comparable à une section temporaire. L'infiltration des téguments permet d'obtenir une *anesthésie* (on devrait dire *analgesie*), *cutanée locale* ; l'infiltration d'un tronc nerveux, *anesthésie tronculaire*, supprime la sensibilité de tout le territoire du nerf ; l'*anesthésie plexulaire* est plus étendue puisque le plexus commande plusieurs nerfs, mais, si l'on désire obtenir un territoire d'insensibilisation beaucoup plus grand, il faut atteindre les racines à l'intérieur du rachis. Deux procédés permettent de le faire. A l'intérieur du canal osseux rachidien se trouve la moelle et son étui fibreux, la dure-mère ; entre l'os et la dure-mère, on rencontre un espace bourré de graisse, l'espace épidual ou extradural ; entre moelle et dure-mère existe encore un espace dit espace sous-dural, qui est occupé par le liquide céphalo-rachidien ; les racines traversent l'un et l'autre. On peut obtenir, suivant que l'aiguille a pénétré ou non dans le sac dural, une *anesthésie sous-durale ou rachidienne*, ou bien *extra-durale ou épidual* (fig. 1).

En réalité, l'anesthésie générale par inhalation reste cependant le procédé qui offre à l'opéré le plus de sécurité. En effet, tous les procédés d'analgesie, ainsi que les procédés d'anesthésie générale utilisant la voie rectale et la voie intraveineuse, sont des *anesthésies à produits perdus* : à aucun moment il ne sera possible à l'anesthésiste de réparer un surdosage ; le produit utilisé restera dans l'organisme jusqu'au moment où celui-ci pourra l'éliminer ; l'anesthésiste ne peut en rien faciliter sa tâche, car il est sans action directe sur le foie, qui est l'élément essentiel de l'élimination du toxique. Au contraire, en anesthésie par inhalation, l'anesthésiste ne donne le produit toxique que progressivement, suivant les besoins du sujet, et non massivement d'un coup de seringue : il peut à tout moment arrêter l'introduction et même hâter son élimination, car le poumon est à la fois la voie d'introduction et la voie d'élimination : il suffira pour cela d'augmenter le rythme et l'amplitude de la respiration ; nous verrons un peu plus loin le grand service que peut rendre dans ce but l'utilisation du gaz carbonique.

### Les produits utilisés

Ils sont différents pour l'anesthésie et l'analgesie.

Dans toutes les méthodes d'anesthésie générale, c'est le sang qui véhicule l'agent anesthésique vers les cellules nerveuses. Cet agent doit donc pouvoir ou se fixer sur les globules rouges, ou se dissoudre dans le plasma sanguin, ou être susceptible de répondre à ces deux nécessités à la fois.

Dans les anesthésies par inhalation, on utilise soit des gaz (*protoxyde d'azote, cyclopropane, éthylène, acétylène* — ces deux derniers peu utilisés en France) ; soit des liquides volatils (*éther, chloroforme, chlorure d'éthyle, vinesthène ou di-vinyl-éther, trichloréthylène*).

L'anesthésie générale par voie rectale fait

usage de l'*avertine*, produit allemand appartenant à la famille du chloral et fabriqué en France sous le nom de *rectanol*.

L'anesthésie générale par voie intraveineuse n'utilise pratiquement que des barbituriques, dont les deux plus connus sont l'*évipan* (produit allemand), et le *pentothal* (produit anglo-saxon).

Pour l'analgesie, le produit essentiel est la *cocaïne*, alcaloïde végétal, utilisée pour la première fois en 1884, en instillations oculaires, par l'ophtalmologiste viennois Koller. C'est le Français Reclus qui, en vulgarisant son usage en chirurgie générale, mérite le nom de « père de l'anesthésie locale ».

Malheureusement, la cocaïne est un produit toxique, capable d'occasionner des accidents ; les chimistes ont cherché à lui substituer des produits ayant son activité, mais débarrassés de sa toxicité ; c'est ainsi qu'est née toute une série d'alcaloïdes de synthèse, proches parents de la cocaïne, dont les plus connus sont la *novocaïne*, la *syncaïne*, l'*allocaine*, la *butelline*, la *stovaine*, la *percaïne*, etc.

Ces produits permettent, à des taux différents suivant l'usage, d'obtenir tous les types d'analgesie, de l'anesthésie locale cutanée à la rachianesthésie.

### Les progrès récents en anesthésie chirurgicale

Toutes les méthodes ont bénéficié, ces dernières années, de progrès qui nous ont permis de limiter au maximum l'offense faite à l'organisme par l'adjonction, au choc opératoire, d'un état pathologique nouveau, la « maladie anesthésique ».

Nous limiterons notre étude aux progrès principaux accomplis dans le domaine de l'anesthésie générale par inhalation et par voie intra-

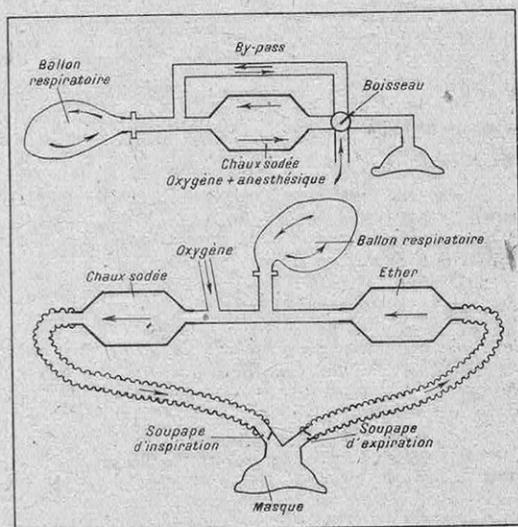


FIG. 2. — LES DEUX TYPES D'APPAREILS EN CIRCUIT FERMÉ : VA-ET-VIENT ET CIRCUIT-FILTRE

Ces deux types d'appareils conservent l'air expiratoire qui, débarrassé en tout ou partie du gaz carbonique par le passage à volonté dans une cartouche de chaux sodée, revient au sujet enrichi par un apport extérieur d'oxygène chargé de gaz ou vapeur anesthésique.

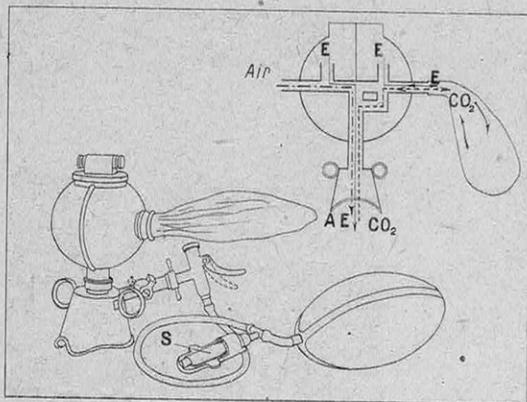


FIG. 3. — APPAREIL D'OMBREDANNE MUNI D'UN SYSTÈME PERMETTANT L'ADDITION DE GAZ CARBONIQUE (DISPOSITIF DE B. DESPLAS AVEC « SPARKLET » ET BALLON DÉTENDEUR)

Une clef, située sur la face latérale de l'appareil (qu'on ne voit pas sur le dessin), commande un boisseau central qui permet de faire varier à volonté dans l'air inspiré la proportion d'air frais A venu de l'extérieur et de vapeurs d'éther E prélevées dans l'appareil. En plus, chaque inspiration reprend le gaz carbonique expiratoire  $CO_2$  qui a été canalisé vers la vessie latérale de l'appareil. L'ouverture de la cartouche formant le « sparklet » S permet de garnir le ballon de caoutchouc du dispositif et, grâce au petit levier situé près du point de jonction de ce dispositif et du masque, d'enrichir à volonté en gaz carbonique le volume inspiratoire.

veineuse, et dans celui de la rachianesthésie.

Chose très curieuse, les progrès récents en anesthésie générale par inhalation ne sont pas liés à la découverte d'agents anesthésiques nouveaux. Les grands ancêtres, éther et protoxyde d'azote, sont toujours les plus utilisés. Mais, si les uns et les autres gardent leur toxicité propre, des découvertes nouvelles dans le mode d'administration ont considérablement limité le danger de leur utilisation. L'anesthésie a été rendue plus souple, plus contrôlable, mieux adaptée aux besoins de l'opéré.

### Les techniques anciennes d'anesthésie par inhalation : narcose ouverte, narcose semi-close

Sauf entre les mains de quelques précurseurs, nous pouvons dire que, jusqu'au moment où nos anesthésistes ont été en contact avec les ambulances anglo-américaines, c'est-à-dire jusqu'en 1942, on ne faisait usage en France que de liquides volatils, qui n'étaient utilisés que sous deux procédés : la narcose ouverte et la narcose semi-close.

La *narcose ouverte* consiste à laisser tomber sur une gaze appliquée devant le nez et la bouche du malade des gouttes d'éther ou de chloroforme. Cette méthode très simple, qui respecte intégralement les échanges respiratoires puisque l'inspiration et l'expiration se font librement à l'extérieur, comporte cependant de nombreux inconvénients : il n'y a pas de dosage précis possible ; on risque de brûler la face du malade ; on répand des vapeurs anesthésiques dans la salle d'opération, d'où danger d'explosion si l'on fait usage d'un thermocautère ou d'une source

de haute fréquence (bistouri électrique) ; enfin le début de l'anesthésie, son « démarrage » (phase dite d'induction) est difficile et longue.

La *narcose semi-close* qui était la plus utilisée, grâce au merveilleux appareil du professeur Ombrédanne (1) (fig. 3), reste encore la méthode la plus employée. Le sujet n'est plus librement en communication avec le milieu extérieur. Sa face est recouverte d'un masque qui recueille son expiration pour la conduire vers un ballon fixé à côté du générateur d'éther. Dès lors, à chaque nouvelle inspiration, le sujet reprend une partie de ses expirations précédentes, c'est-à-dire que l'inhalation sera appauvrie en oxygène, puisqu'une partie de l'inspiration est occupée par le gaz carbonique, déchet expiratoire recueilli par le ballon. *Suboxygénation* (diminution de la quantité d'oxygène) et *enrichissement en gaz carbonique* vont modifier la respiration du sujet, la première en augmentant sa fréquence, la seconde en augmentant son amplitude. On conçoit les avantages de cette méthode, car elle facilite l'introduction de vapeurs d'éther irritantes et à qui le poumon « bouderait » volontiers.

Les résultats satisfaisants de ce type d'anesthésie, appelée *anesthésie en rebreathing* (re-respiration) et qui sont dus à la présence du gaz carbonique dans le mélange inspiré, ont conduit les anesthésistes à renforcer le taux de ce gaz grâce à de petites cartouches de gaz carbonique liquéfié (*sparklet*) dont ils font usage au début de l'anesthésie pour hâter l'induction, à la fin pour hâter le réveil en facilitant l'élimination de l'éther, et même parfois, en cours d'anesthésie, en cas de ralentissement respiratoire ou de syncope. D'autres appareils plus complexes ont été conçus sur ce principe (fig. 4).

Cependant, ce double avantage de la suboxygénation et de l'enrichissement en gaz carbonique, qui s'était avéré catastrophique quand on avait voulu l'utiliser avec le chloroforme qui, contrairement à l'éther, ne peut être donné en milieu confiné, s'est également montré néfaste lorsqu'on doit intervenir sur des sujets fatigués, « choqués », ou au cours d'interventions de longue durée. En effet, ces sujets ont besoin de beaucoup d'oxygène, ce qui condamne la suboxygénation ; quant au gaz carbonique, s'il est vraiment un excitant respiratoire au taux de 6 %, il s'avère au contraire dépressur lorsqu'il s'élève au-dessus de ce chiffre ou lorsqu'il a agi depuis trop longtemps. Il était donc nécessaire de chercher une méthode capable de n'utiliser qu'autant qu'il peut être utile le rôle du gaz carbonique et qui permette d'apporter au malade un supplément d'oxygène. C'est ce que va permettre la dernière née des méthodes d'anesthésie : *l'anesthésie en circuit fermé*.

### Narcose en circuit fermé

Le sujet est entièrement isolé du milieu extérieur par un masque étanche relié à un ballon respiratoire souple de caoutchouc. Entre le masque et le ballon, sont interposés un tube d'arrivée d'oxygène entraînant avec lui la vapeur ou le gaz anesthésiant, et une cartouche de chaux sodée, destinée à retenir partiellement ou en totalité le gaz carbonique expiré.

Deux procédés peuvent être utilisés : le *va-et-vient* et le *circuit-filtre* (fig. 2).

Dans l'appareil en *va-et-vient*, entre le masque

(1) Voir *Science et Vie*, n° 252 (juin 1938), p. 430-

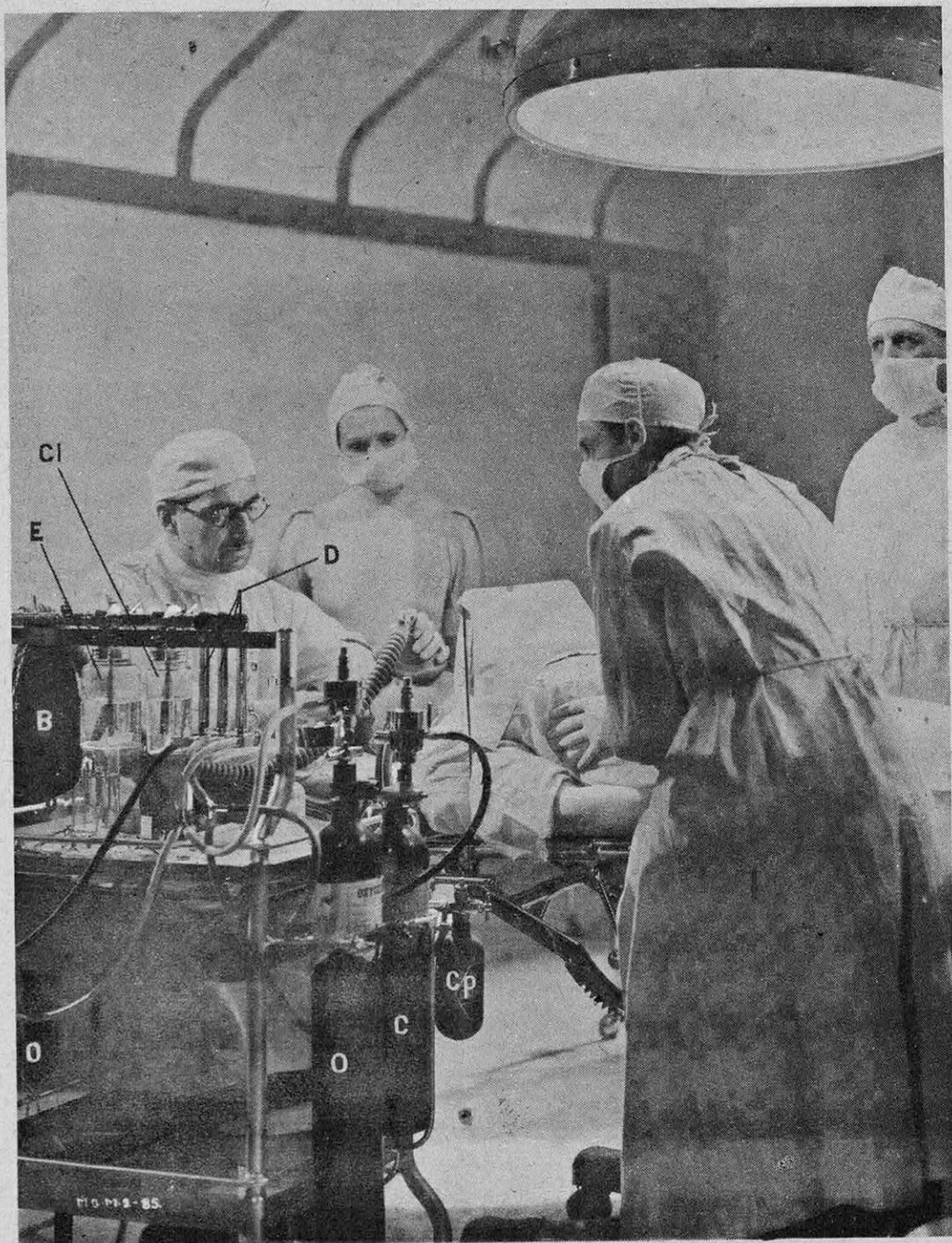


Photo M. G. M.

FIG. 4. — L'APPAREIL DE BOYLE POUR NARCOSE SEMI-CLOSE (ANGLETERRE)

Comme avec l'appareil d'Ombredanne, le système respiratoire du sujet est relié à un ballon souple B qui recueille l'air expiré pour le renvoyer à la prochaine inspiration. Mais cet air peut être enrichi non seulement par l'oxygène provenant d'une des deux bouteilles O et par les vapeurs de l'éther contenu dans la cuve E, mais aussi, à volonté, par du gaz carbonique provenant de la bouteille C, par les vapeurs du chloroforme contenu dans la cuve Cl, et éventuellement par du protoxyde d'azote provenant d'une autre bouteille non visible sur la photographie. Des débitmètres D permettent de contrôler le débit des différents gaz. Le masque est muni d'une soupape d'expiration permettant d'évacuer l'air en cas de pression. Cp, bouteille de cyclopropane en général non utilisée en narcose semi-close.

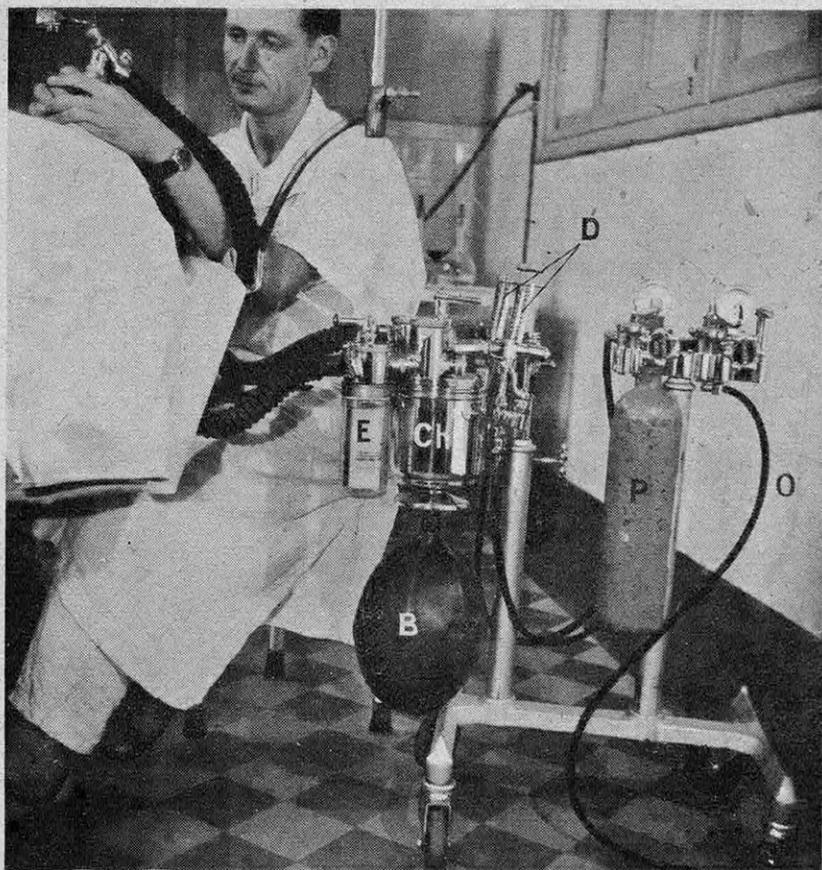


FIG. 5. — L'APPAREIL DE HEIDBRINK POUR ANESTHÉSIE EN CIRCUIT-FILTRE (ÉTATS-UNIS)

Cet appareil peut utiliser comme sources d'oxygène et de gaz soit des bouteilles de petites dimensions pour lesquelles un emplacement est prévu sur l'appareil, soit des bouteilles de grandes dimensions qui sont alors reliées par un raccord spécial. La cuve à éther E est placée sur la partie du circuit correspondant à l'expiration afin que la chaleur de l'air expiré favorise son chargement en vapeurs d'éther. Une soupape de sûreté peut être réglée de façon à permettre l'anesthésie sous pression (baronarcose). — B, ballon respiratoire; — Ch, cuve à chaux sodée; — E, éther; — P, bouteille de protoxyde d'azote; — O, arrivée d'oxygène; — D, débitmètres.

et le ballon, le courant respiratoire traverse à l'aller et au retour une cartouche contenant de la chaux sodée destinée à fixer le gaz carbonique. Il est cependant possible, au moyen d'un « by-pass », de décircuiter la chaux-sodée, c'est-à-dire de conserver tant qu'on le juge utile une partie du gaz carbonique.

Le circuit-filtre canalise l'expiration, la fait passer sur un bac contenant de l'éther, puis en totalité ou en partie sur une cartouche de chaux sodée, et enfin, enrichie d'oxygène, la ramène par un trajet différent vers le masque. Ce type d'appareil est d'usage courant en Angleterre et aux États-Unis (fig. 5 et 6); il n'en existe pratiquement pas de modèle en France, mais, d'ici quelques mois, le Service de Santé de l'Armée sera doté d'un modèle qui lui permettra d'être utilisé aussi bien dans une salle d'opération que dans une formation de campagne; l'industrie civile elle-même possédera un modèle différent qui, comme le modèle militaire, à la construction duquel nous nous sommes attaché, sera capable de rivaliser avec les types anglo-saxons les plus récents.

Les avantages de l'anesthésie en circuit fermé sont nombreux :

1° Elle permet de n'utiliser le gaz carbonique qu'au moment où son rôle est utile, c'est-à-dire quand il est susceptible d'agir comme excitant des centres respiratoires ;

2° Elle permet l'inhalation d'une atmosphère riche en oxygène, ce qui est absolument nécessaire chez tous les sujets qui souffrent ou qui peuvent souffrir d'un manque prolongé d'oxygène (anoxie), ou dont les besoins en oxygène sont anormalement élevés. Ces sujets sont beaucoup plus nombreux qu'on ne le pensait autrefois. C'est le cas de tous les malades ou blessés chez qui il existe une gêne respiratoire (obstacle sur la voie aérienne, lésion pulmonaire, traumatisme du thorax, pneumothorax médical ou traumatique), des sujets à « métabolisme basal » très élevé (thyroïdiens), qui ont besoin pour l'équilibre de leurs cellules de beaucoup plus d'oxygène qu'un sujet normal; tous ces sujets souffrent d'anoxies du type anoxique. C'est également le cas des sujets présentant un ralentissement circulatoire et chez qui la vitesse de l'ondée sanguine est réduite ou stoppée (état de choc, de collapsus, d'hypotension artérielle); anoxie stagnante. C'est encore le cas de sujets chez qui le sang ne peut plus remplir sa fonction normale, qui est de véhiculer l'oxygène, par

suite de la diminution du nombre de ses globules rouges (anémiques, hémorragiques): on a affaire à l'anoxie anémique. C'est enfin le cas de tous les intoxiqués, des grands infectés, chez qui les cellules ont de grandes difficultés pour assimiler l'oxygène, et qui ont besoin d'en être « gavées » pour en avoir assez: anoxie histologique ;

3° Grâce au circuit fermé, il n'y a plus de perte de l'agent anesthésique au moment de l'expiration, puisque celui-ci est récupéré par l'inspiration suivante. On réalise ainsi une économie, peut-être sans importance pour l'éther qui est un produit bon marché, mais qui, au contraire, est fort importante lorsqu'on utilise des gaz anesthésiques de prix de revient très élevé, comme le protoxyde d'azote et surtout le cyclopropane. C'est là une des raisons qui ont le plus milité en faveur de la mise au point de ce procédé anesthésique ;

4° Cette méthode permet encore de conserver dans le circuit respiratoire la chaleur et la vapeur d'eau provenant de l'expiration. Les poumons n'ont plus à souffrir du refroidissement de l'éther

éaporé presque à leur contact. Les complications post-opératoires sont en grande partie évitées. Enfin, l'anesthésie est de meilleure qualité, puisqu'on peut utiliser des vapeurs d'éther à haute concentration, la température du circuit se rapprochant du point d'ébullition de l'éther, qui est 34° C ;

5° Le circuit fermé permet enfin, en apportant une légère gêne à l'expiration, de mettre le poumon en hyperpression. C'est la *baronar-cose* qui, en chirurgie thoracique, permet l'ouverture large de la cavité pleurale (pneumothorax opératoire), et s'oppose ainsi aux dangers d'un collapsus pulmonaire brutal.

Cependant, le problème de l'anesthésie par inhalation n'est pas entièrement résolu : on se heurte encore à deux inconvénients ; le premier est la nécessité de pousser parfois jusqu'aux confins du danger le seuil anesthésique pour obtenir une *résolution musculaire complète*, ce qui est souvent nécessaire en chirurgie abdominale pour éviter la « poussée des viscères » ; le deuxième est le danger de la fermeture réflexe de l'arbre respiratoire au niveau du larynx, complication heureusement rare, qui porte le nom de *laryngospasme*.

Ces deux inconvénients ont trouvé tout récemment une parade qui ne peut donner ses pleins avantages qu'avec la méthode du circuit fermé : l'*intubation trachéale*, et l'*usage du curare*.

### L'intubation trachéale

Ce procédé consiste à mettre librement en communication le poumon et le ballon respiratoire par l'introduction dans la trachée, à travers l'angle laryngé formé par les deux cordes vocales, d'un tube de caoutchouc assez rigide que l'on relie à l'appareil anesthésique. Il s'agit là d'une opération souvent difficile qui peut se faire par voie nasale ou par voie orale, soit à l'aveugle, soit, mieux, sous le contrôle de la vue avec l'aide d'un laryngoscope éclairant (fig. 7). Dès que le tube est en place, il ne peut plus y avoir danger de laryngospasme : la voie aérienne restera toujours libre. Il ne peut plus y avoir inondation des voies respiratoires ni par le pus, ni par le sang, ni par les vomissements. Le chirurgien peut intervenir sur le massif facial sans être gêné par le masque. Il ne peut plus y avoir de poussée abdominale, car on ne peut pousser que lorsque la glotte est serrée. L'anesthésiste enfin, par action directe sur le

ballon respiratoire, peut contrôler et diriger les mouvements respiratoires du sujet ; en cas de syncope, il peut pratiquer une respiration artificielle directe ; en cours d'anesthésie il peut pratiquer une *anesthésie contrôlée* et faire cesser pendant quelques minutes, s'il le veut, tout mouvement respiratoire, permettant au chirurgien, dans les interventions thoraciques, d'avoir la liberté d'action au cours d'un temps délicat de son opération.

On peut encore faire bien mieux, car la sonde peut être introduite dans une bronche ; en gonflant un petit ballon extérieur, on peut obturer la trachée au-dessus de sa division bronchique et c'est ainsi que le sujet ne respire plus que d'un seul poumon, laissant toute liberté d'action au chirurgien qui intervient sur l'autre côté (fig. 8).

### L'usage du curare

Le curare est une résine employée par les

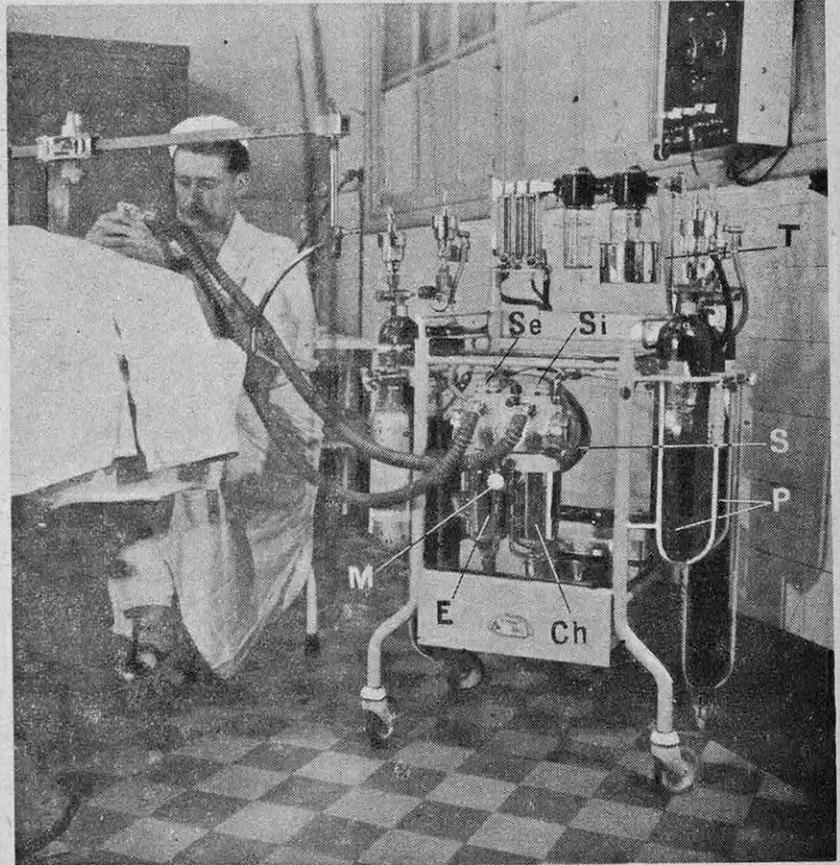


FIG. 6. — L'APPAREIL DE MUSHIN POUR ANESTHÉSIE EN CIRCUIT-FILTRE (ANGLETERRE)

Cet appareil n'est autre que l'appareil de Boyle représenté figure 4, auquel a été adjoit un bloc situé à la partie antérieure, branché sur l'ancienne prise du masque par un tuyau de caoutchouc T, et comportant essentiellement : une cuve à chaux sodée Ch, une cuve à éther E (celle de Boyle étant mise hors circuit), un soufflet respiratoire S commandé par un bouton de manœuvre M, et les soupapes d'inspiration et d'expiration Si et Se. On voit sur cette photographie les deux bouteilles de protoxyde d'azote P. Bouton de manœuvre et débitmètres sont luminescents pour les opérations devant être effectuées dans l'obscurité.

indigènes de l'Amérique du Sud pour la confection des flèches empoisonnées. C'est un produit très toxique qui agit en produisant une paralysie motrice généralisée, par interruption du passage de l'influx nerveux dans le muscle. On conçoit que l'injection dosée de curare pendant l'anesthésie soit susceptible d'entraîner une résolution musculaire complète sans qu'il y ait nécessité de pousser l'anesthésie jusqu'au niveau d'un seuil dangereux.

L'usage du curare a été introduit en anesthésie en 1945, par les Canadiens Griffith et Johnson, qui utilisent un produit très pur, connu sous le nom de « intocostrin » et qui s'injecte par voie sous-cutanée ou intramusculaire. A notre connaissance, le curare n'a pas été utilisé en France au cours d'anesthésies. Ce sont pourtant deux savants français, Claude Bernard et Lapicque, qui, les premiers, l'avaient étudié.

### Anesthésie générale par voie intraveineuse

L'évipan sodique, produit d'origine allemande, était le barbiturique le plus utilisé avant guerre. Il produit une anesthésie extrêmement rapide et de courte durée, car il est rapidement détruit par le foie. L'injection de 1 g environ permet un sommeil presque instantané, mais qui, n'excédant pas dix minutes, ne peut permettre une intervention un peu longue à moins de renouveler la dose, ce qui est dangereux, ou de compléter son action par un autre anesthésique : l'évipan joue alors le rôle d'anesthésique « starter ». Si le sommeil est calme, le réveil est souvent très agité.

Pendant la guerre, les Anglo-Saxons nous ont fait connaître un barbiturique très voisin de l'évipan ; c'est le pentothal, bien connu des blessés du corps expéditionnaire français et de la 1<sup>re</sup> Armée. Son action est plus profonde que celle de l'évipan, les réveils sont plus calmes. Comme ce dernier, il se présente sous forme d'une poudre jaunâtre, incluse dans une ampoule scellée, que

l'on dissout dans de l'eau distillée immédiatement avant l'emploi, et qui ne peut être injectée que par voie intraveineuse. Le blessé s'endort rapidement et, après un arrêt respiratoire de très courte durée (apnée), la respiration reprend, courte, mais régulière.

La durée du sommeil obtenu par injection de pentothal est fonction de nombreux facteurs :

1<sup>o</sup> De la quantité injectée ; celle-ci ne devra cependant pas, en aucun cas, excéder 2 g ;

2<sup>o</sup> Du fractionnement des doses et du temps mis à injecter chaque fraction ; c'est ainsi qu'une dose de 1 g par exemple, donnera un sommeil bien plus long si, au lieu d'être administrée en une seule fois, elle est injectée par fractions successives de 30 cg, puis 10, puis 10, etc... Il y a donc intérêt à employer des doses très diluées. En effet, le pentothal est détruit rapidement par le foie ; il ne faut donc injecter que la dose nécessaire, puisque tout excédent sera détruit inutilement. De plus, le foie semble se fatiguer vite, ce qui explique pourquoi il y a intérêt à fractionner la dose. En effet, le sommeil obtenu par les dix premiers centigrammes, par exemple, est d'une durée moins longue que celui obtenu par les 10 cg de la dixième ou douzième injection : l'élimination à ce moment est beaucoup moins rapide du fait de la fatigue du foie ;

3<sup>o</sup> Du taux de la solution : une solution très diluée (1 %) est plus active qu'une solution concentrée (10 %). Celle-ci a, de plus, l'inconvénient de scléroser les veines ;

4<sup>o</sup> De la réceptivité du sujet aux toxiques, mais celle-ci ne peut être prévue : tel blessé dort avec 30 cg, tel autre ne dort pas avec 1 g. Cela explique qu'il serait à la fois inutile et dangereux de faire une injection « standard » qui ne répondrait certainement pas aux besoins de sujet ;

5<sup>o</sup> De la préparation préalable de l'opéré. Une injection de morphine faite avant l'anesthésie donne un meilleur sommeil avec une dose moins forte.

On peut, sans inconvénient, répéter les anesthésies au pentothal, mais à condition qu'elles soient très rapprochées les unes des autres, car, si l'écart excède plusieurs jours, le malade semble devenir résistant et s'endort plus difficilement.

Malgré ses avantages indéniables, qui feraient de lui l'anesthésique idéal, puisque le sommeil est rapide et calme et que le réveil est pratiquement sans incidents, le pentothal reste malgré tout un produit toxique auquel on peut reprocher deux gros inconvénients :

1<sup>o</sup> Il semble supprimer le rôle excitant du gaz carbonique sur le centre respiratoire. Le sujet respire lentement et, par cela même, a une respiration insuffisamment riche en oxygène, d'où *anoxémie* (diminution de l'oxygène dans le sang) qui entraînera de l'*anoxie* (diminution du taux de l'oxygène dans les cellules) dont nous connaissons l'influence fâcheuse. Les manifestations de cet inconvénient sont l'apnée, si fréquente au début de l'anesthésie, et, au cours de l'anesthésie elle-même, la possibilité de syncope, qui sont en réalité des « pannes respiratoires » par défaut d'excitation du centre. Cet accident n'est pas grave, mais impose l'inhalation d'oxygène pendant toute l'intervention, et l'injection préventive de coramine, un de nos meilleurs excitants respiratoires ;

2<sup>o</sup> Le pentothal est susceptible de déclencher un laryngospasme, et c'est là une complication

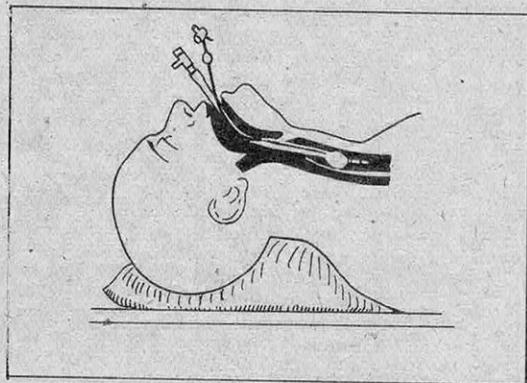


FIG. 7. — ANESTHÉSIE PAR INTUBATION TRACHÉALE

La sonde (tube de caoutchouc) est introduite dans la fente laryngée à l'aveugle ou à l'aide d'un laryngoscope. On peut faire de l'anesthésie contrôlée en munissant la sonde d'un ballonnet qui, gonflé après l'introduction de la sonde à l'aide d'un fin tuyau de caoutchouc appliqué contre elle, obture hermétiquement l'espace compris entre la sonde et la trachée : le rythme respiratoire peut dès lors être imposé par l'anesthésiste par action directe sur le ballon de l'appareil d'anesthésie.

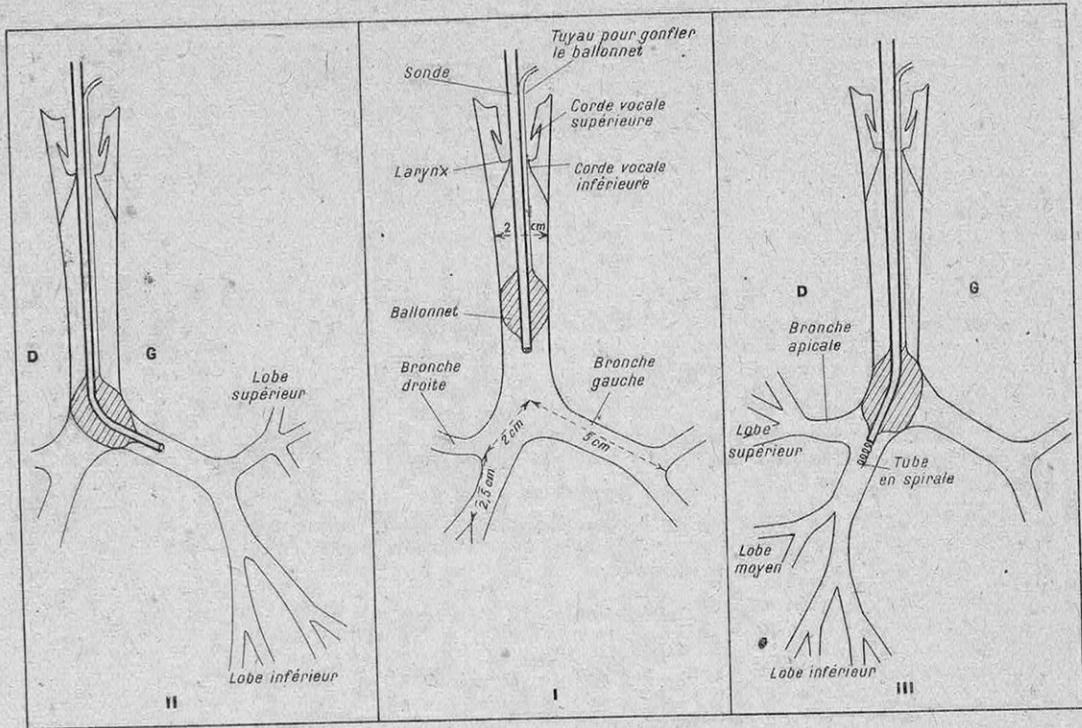


FIG. 8. — LES POSSIBILITÉS DE L'INTUBATION TRACHÉALE.

La sonde trachéale est munie d'un ballonnet qui, gonflé par un fin tuyau, obture tout l'espace compris entre la sonde et la trachée (I). L'anesthésiste peut ainsi contrôler les mouvements respiratoires du sujet. En introduisant, grâce à un bronchoscope, la sonde dans la bronche gauche, on peut faire respirer le poumon gauche seul, en cas d'intervention sur le poumon droit (II). Il est plus délicat de faire respirer le poumon droit seul par suite de la difficulté qu'on éprouve à ne pas obturer, en même temps que la bifurcation trachéale, l'orifice de la bronche apicale qui, correspondant au lobe supérieur du poumon droit, débouche beaucoup plus près que la bronche apicale gauche de la bifurcation trachéale : on est obligé d'utiliser alors une sonde terminée à son extrémité par un tube grillagé ou en spirale (III).

extrêmement grave, heureusement très rare. Ce spasme glottique est la conséquence d'un déséquilibre vagosympathique : le système sympathique et son antagoniste, le système parasympathique ou vague, sont, chez un sujet normal, sensiblement en équilibre ; en paralysant le système sympathique, le pentothal donne au système vague une prédominance fâcheuse, qui se traduit par cette grave complication : le laryngospasme. Il est sage de se prémunir contre elle par une injection préventive d'atropine, qui paralyse le système vague, et surtout en évitant toute cause d'excitation portant sur des zones connues comme points de départ des réflexes parasympathiques. Ces zones correspondent à la face, à la gorge, et au cou : autant de régions contre-indiquant l'utilisation du pentothal.

### Les associations ou « cocktails » anesthésiques

Depuis de nombreuses années on savait que l'injection, avant l'opération, d'un stupéfiant (morphine ou barbiturique léger), crée un état favorable à l'anesthésie générale, en supprimant l'angoisse préopératoire et en faisant un « fond » favorable à l'anesthésie ; on avait préparé un état de préanesthésie par prémédication.

Certains auteurs ont même voulu faire de cette prémédication un mode spécial d'anesthésie, qu'ils ont nommé *anesthésie de base*. Mais il ne saurait s'agir d'une méthode proprement dite car, ou bien les barbituriques ont été injectés à faible dose et il ne s'agit que d'une prémédication, ou au contraire ils ont été utilisés à dose suffisante pour avoir une anesthésie complète, et il s'agit alors d'une anesthésie générale par voie intraveineuse.

L'avantage de la préanesthésie est de faciliter l'induction anesthésique, c'est-à-dire permettre au patient de parcourir le plus agréablement et le plus vite possible cette phase de l'anesthésie qui, de la conscience, l'amène à l'anesthésie confirmée. Lorsque l'évipan ou le pentothal, par exemple, a rempli ce rôle de « starter », il est aisé à l'anesthésiste d'entretenir la narcose avec de l'éther, par exemple, dont la consommation sera considérablement réduite.

Actuellement, on tend à augmenter le nombre des agents pour une même anesthésie : c'est ainsi qu'une demi-heure avant l'opération on crée un état favorable à l'anesthésie par l'usage de morphine ou de scopolamine, puis on demande à un barbiturique intraveineux ou au protoxyde d'azote, dont l'action est également très rapide, de faire parcourir au malade la période d'induction ; enfin, on entretient l'anesthésie avec de l'éther.

Cette façon d'agir est beaucoup plus agréable pour le malade, qui ne connaît pas l'angoisse du masque plaqué sur le visage et sous lequel il a l'impression d'asphyxier ; elle est plus aisée pour l'anesthésiste, qui n'a pas à lutter contre la défense du sujet qui, bien souvent, quoique inconscient, traverse avant de s'endormir une phase d'agitation très pénible ; enfin, elle est également très précieuse, puisque, utilisant une somme d'effets dus à des produits ayant des voies d'élimination différentes (foie pour les barbituriques, poumons pour les gaz ou les liquides volatils), elle permet à l'organisme d'avoir plus de facilité pour éliminer les agents anesthésiques, le travail d'élimination n'étant pas dévolu à un seul et même organe.

### Progrès récents dans le domaine de l'analgésie

Les progrès principaux touchent surtout la rachianesthésie ; ce sont les seuls qui nous retiendront.

La rachianesthésie est la méthode qui consiste à apporter un agent anesthésique, de la série « cocaïne », dans le lac liquidien céphalo-rachidien qui se trouve entre la moelle et la dure-mère, et dans lequel baignent les racines rachidiennes dont on recherche l'imprégnation. Ce lac liquidien est malheureusement continu tout le long du névraxe, de la moelle au cerveau ; le bulbe et ses centres vitaux sont entièrement baignés par lui. On conçoit le danger que court le sujet si le liquide anesthésique, quoique injecté dans la région du rachis lombaire, c'est-à-dire loin du bulbe, remonte cependant jusqu'à lui.

Tout le problème de la sécurité en rachianesthésie consiste donc à limiter en hauteur l'ascension du liquide dans le sac dural.

Jusqu'à ces dernières années, on se contentait de faire l'injection le plus bas possible dans la région lombaire et d'injecter une dose peu importante d'agent anesthésique, afin que celui-ci soit fixé par les cellules nerveuses voisines du lieu d'injection et ne puisse faire courir aucun danger à la région bulbaire ; mais ceci limitait la zone anesthésiée au territoire des membres inférieurs et de la région sous-ombilicale.

Les chirurgiens ont voulu étendre beaucoup plus loin leurs possibilités, et c'est ainsi que trois nouveaux procédés ont été décrits :

1° La *méthode de Pitkin* : c'est la plus originale. Cet auteur injecte, dans le lac céphalo-rachidien, une solution visqueuse non miscible, et de densité plus faible que le liquide céphalo-rachidien. N'étant pas miscible, le volume anesthésique injecté peut être déplacé en faisant varier l'inclinaison de la table d'opérations, exactement comme on peut « promener » la bulle d'un niveau d'eau. Cette bulle peut être conduite exactement en regard des racines que l'on veut atteindre ;

2° Les *méthodes de Howard Jones, de Quarrella et de Sebrechts*, sont sensiblement comparables les unes aux autres. Tous utilisent la percaine en solutions de densité supérieure ou inférieure à celle du liquide céphalo-rachidien (solutions dites hyper- ou hypobares). Ils utilisent également le jeu d'inclinaisons de la table opératoire dont ils ont, pour chaque cas, étudié les angles en fonction de la quantité de produit

injecté et du seuil d'anesthésie qu'ils veulent obtenir ;

3° La *méthode de Lemmon et Paschal*, la dernière en date (1942), utilise une solution hypobare, mais l'aiguille qui sert à l'injection est laissée en place, ce qui nécessite une adaptation de la table d'opérations, car la plupart des interventions se font le sujet étendu sur le dos. La conservation de l'aiguille dans le sac dural permet, tout au long de l'intervention, de pratiquer des injections fractionnées et intermittentes. Le chirurgien peut ainsi guider la limite supérieure de l'anesthésie ; il peut la prolonger aussi longtemps qu'il le désire, puisque l'agent anesthésique est remplacé au fur et à mesure de son élimination ; enfin, le sujet ne court aucun risque de surdosage puisque l'anesthésie est faite à la demande.

Grâce à ce procédé, malheureusement bien compliqué, la rachianesthésie, du moins en théorie, acquiert une souplesse qui, jusque-là, lui manquait.

### L'anesthésiste spécialisé, collaborateur indispensable du chirurgien

Quelle que soit la partie du vaste territoire de l'anesthésie chirurgicale que l'on considère, on note un souci constant de mieux guider une méthode qui garde malgré tout une part de danger, et, surtout, celui de pousser le plus loin possible à la fois la sécurité et le bien-être de l'opéré.

L'anesthésie générale, grâce à ses pionniers, a cessé d'être un danger supplémentaire pour le patient. Au contraire, elle est devenue une aide qui lui permet de passer le cap difficile de l'intervention.

L'anesthésiste est le compagnon solidaire du chirurgien ; tous deux partagent de lourdes responsabilités, et, si l'opérateur garde la place la plus spectaculaire, c'est l'anesthésiste qui, en réalité, tient la barre du gouvernail et conduit le vaisseau vers le port.

Pourquoi faut-il qu'en France la question de l'anesthésie ait été si longtemps négligée ? N'est-ce pas chez nous que fut découvert le chloroforme (Soubeyran) ? Qu'il fut expérimenté (Flourens) ? N'est-ce pas en France que Paul Bert montra comment le protoxyde d'azote devait être utilisé, allié à l'oxygène afin d'éviter l'asphyxie, et en légère pression pour augmenter sa diffusion ? N'est-ce pas Reclus qui créa l'anesthésie locale ? Tuffier qui vulgarisa la rachianesthésie ? Ne devons-nous pas à Claude Bernard les plus belles leçons sur la physiologie de l'anesthésie et des travaux remarquables, que devait compléter Lapique sur le curare ?

Pourquoi nous sommes-nous laissé distancer malgré le cri d'alarme poussé en 1935 par le Dr Robert Monod, à qui nous devons la création de la Société française d'Anesthésie et d'Analgésie ?

Il convient maintenant de regagner le temps perdu. Il faut créer un corps d'anesthésistes. Il faut, au malade anxieux de l'acte opératoire, donner la confiance et la sécurité absolues que seul un anesthésiste expérimenté peut lui apporter.

R. DUBAU

# LE PARASITISME ET LES PARASITES

par Pierre BECK

Professeur au lycée de Nice

**A**u sens propre comme au sens figuré, le terme de parasite qualifie l'individu qui se nourrit de la substance créée par d'autres êtres vivants ou amassée par leurs soins, ou même de leur substance propre, causant ainsi à ses victimes qui peuvent appartenir soit à la même espèce que lui, soit à une autre espèce, un dommage léger ou grave, susceptible parfois, avec le temps, d'entraîner leur mort. Il peut arriver, assez rarement d'ailleurs, que le parasite rende quelque service à son hôte, ce qui définit le commensalisme ou la symbiose. Tel est le cas, par exemple, de certaines Fourmis d'Argentine qui, suçant le miellat sécrété par des Cochenilles vivant sur les Arbres fruitiers, les protègent en retour contre leurs ennemis, ou celui de l'Actinie (Anémone de mer) protégeant l'entrée du logement du Pagure (Bernard-l'Ermite) dont elle utilise les reliefs ainsi que la faculté de locomotion ; il arrive même que, dans les grands fonds où le Pagure ne peut trouver de gastéropode pour en utiliser la coquille, il loge son abdomen dans l'Actinie elle-même. Mais il n'y a pas dans ce cas véritable parasitisme, puisqu'il existe réciprocité. L'article ci-dessous présente le cas de parasites vrais, se nourrissant de la substance même de leur hôte, ou vivant à l'intérieur de son organisme.

**A**L'EXCEPTION des végétaux verts, tous les êtres vivants sont obligés, pour vivre, d'absorber des substances organiques. Ces substances, ils peuvent les trouver parmi les produits de la décomposition des cadavres animaux ou végétaux : ils sont alors qualifiés de *saprophytes* ; ou bien ils doivent, pour se les procurer, s'attaquer à des plantes ou à des animaux vivants. Dans ce dernier cas, ou bien le mangeur, de par ses dimensions, est capable d'avaler sa proie en un temps relativement court : il est *prédateur* ; ou bien il ne peut que la grignoter lentement : il est *parasite*. Tous les intermédiaires existent entre un prédateur, comme le Chat mangeant une Souris, et un parasite véritable. C'est ainsi qu'une sorte d'Ichneumon, le *Polysphincta*, pond chacun de ses œufs sur une Araignée ; la larve qui en sort, d'abord très petite, suce son hôte sans lui causer, d'ailleurs, de trop graves dommages : elle est alors parasite ; puis, un jour, ayant atteint sa taille définitive, elle l'attaque avec un appétit féroce et la vide, en quelques heures, de tout son contenu : elle est *prédatrice*.

Cette réserve faite, on considérera comme parasite tout être vivant qui se nourrit de la substance d'un autre être vivant sur ou dans lequel il vivra, causant à sa victime un dommage léger ou grave, parfois même irréparable, mais n'entraînant jamais une mort immédiate.

## Mâles parasites

Le parasitisme peut exister à l'intérieur d'une même espèce. C'est ainsi que, chez un certain nombre d'animaux, le mâle vit fixé sur sa femelle et à ses dépens.

C'est ce que l'on peut observer, en particulier, dans une petite famille de Poissons des grands fonds marins, proches parents des Baudroies, les Cériatoïdes. Dans ce groupe, la femelle, normalement constituée, dont la taille varie entre

3 et 8 cm, porte fixé sur elle un mâle minuscule de moins de 1 cm. Celui-ci vient, littéralement, se souder par sa bouche sans dents à une épine que porte la peau de la femelle et qui est, suivant les espèces, située sur les opercules, sur les flancs ou sur le devant de la tête (fig. 1). Son système circulatoire est en continuité avec celui de la femelle. Nous verrons de plus que son organisation interne a subi, comme dans la grande majorité des parasites, des réductions et des hypertrophies lui imprimant une marque caractéristique.

Si, dans quelques autres groupes animaux, on observe, également, des femelles sur lesquelles sont fixés des mâles pygmées, ce sont là, cependant, cas exceptionnels. Il est plus fréquent de les voir, devenues mères, parasitées par leurs enfants.

## Embryons parasites

C'est la règle chez les Mammifères, où l'embryon se fixe solidement dans les parois de l'utérus maternel. La fixation se fait par la membrane de l'œuf, le *chorion*, doublé d'un tissu embryonnaire, l'*allantoïde*, qui envoie des ramifications vascularisées, les *villosités*, à l'intérieur des parois utérines. Finalement se constitue un ensemble complexe, le *placenta*, où sont intimement intriqués tissus de l'embryon et tissus maternels, séparés les uns des autres par une fine membrane à travers laquelle filtre le plasma sanguin, passant ainsi avec les substances dissoutes des vaisseaux utérins aux vaisseaux de l'embryon et inversement (fig. 2). C'est par cette voie que se nourrit le fœtus, appauvrissant sa mère en fer, en glycogène, se conduisant, en un mot, comme un véritable parasite. Parasite qui peut même être dangereux, car, si sa fixation a lieu trop haut, au niveau de l'oviducte, il perce complètement la paroi de ce tube plus mince que celle de l'utérus et pro-

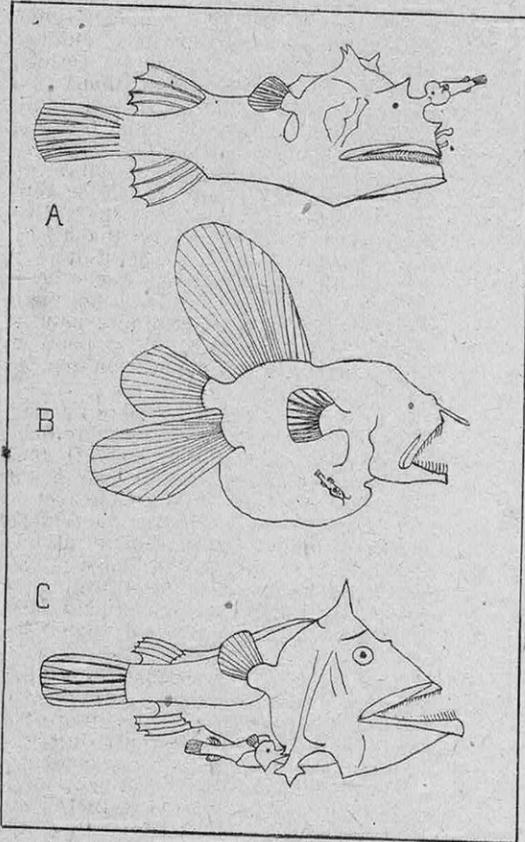


FIG. 1. — LE MALE PARASITE CHEZ LES CÉRIATOÏDES

Les Cériatoïdes sont de curieux Poissons des grands fonds marins dont le mâle nain et dégradé se fixe sur une épine portée par la femelle. Cette épine est située sur le devant de la tête chez le *Photocorynus spiniceps* (A), sur le flanc chez le *Caulophryne polynema* (B), sur l'opercule chez l'*Edriolychnus Schmidti* (C).

voque ainsi une hémorragie mortelle ; il peut arriver que certaines des substances élaborées par lui, passant dans le sang maternel à la faveur de quelques déchirures du placenta, provoquent des crises d'éclampsie qui peuvent être fatales. Comme nous le verrons ultérieurement, cela rentre dans le cadre des rapports habituels entre un parasite et son hôte, et nous verrons également que la mère réagit à son fœtus, comme à un parasite banal, en fabriquant des anticorps.

D'autres Vertébrés montrent des faits analogues : Carchariadés et Mustélidés (Requins vivipares) (fig. 3), et un Lézard à pattes atrophiées des régions méditerranéennes, le Seps.

Les œufs peuvent se fixer en d'autres points du corps de leur mère que les conduits génitaux. Ils peuvent même se conduire en parasites externes. Tel est le cas étrange d'un curieux Crapaud de Guyane et du Brésil : le Pipa, de 20 cm de long (fig. 4) ; l'accouplement et la fécondation, ici interne, ont lieu dans l'eau ; la femelle dépose ensuite ses œufs sur son propre dos à l'aide d'un tube dévaginable qui peut saillir hors de l'orifice cloacal ; au contact de

ces corps étrangers, les téguments se tuméfient, les vaisseaux sanguins y deviennent très gros, et finalement des bourrelets de peau richement vascularisée entourent chacun des œufs, qui se trouve ainsi dans une petite case dont les bords sécrètent un opercule la fermant complètement ; un jour, tous ces opercules se soulèveront à la fois et de jeunes Pipas en tout point semblables à leurs parents, à la taille près, viendront au jour : il n'y a donc point ici de Têtards libres.

Plus rare est le cas où c'est le père qui est parasité par ses enfants. Il se rencontre cependant et c'est l'Hippocampe qui nous en offre le plus bel exemple. Le mâle de cet étrange petit Poisson porte ventralement une poche munie d'un orifice antérieur situé sous le pore génital (fig. 5). Au moment de la ponte, c'est-à-dire à la belle saison, et après une véritable danse nuptiale élégante et souple, les deux époux, se tenant par la queue, s'accolent ventre à ventre, les œufs sont émis tout contre l'orifice de la poche ventrale du mâle, dans laquelle ils pénètrent après avoir été fécondés. À leur contact la paroi de cet « utérus paternel » s'hypertrophie, se congestionne et développe de nombreux replis qui les enserrent (fig. 6). Les embryons sont nourris en partie par osmose aux dépens du sang paternel, en reçoivent l'oxygène et y rejettent leurs déchets et leur gaz carbonique. Au bout de deux mois environ, les jeunes ayant achevé leur développement, un véritable accouchement se produit. La peau intérieure de la poche reprend son aspect normal.

### Spécificité parasitaire

Ces divers cas de parasitisme à l'intérieur d'une même espèce sont fort intéressants, mais

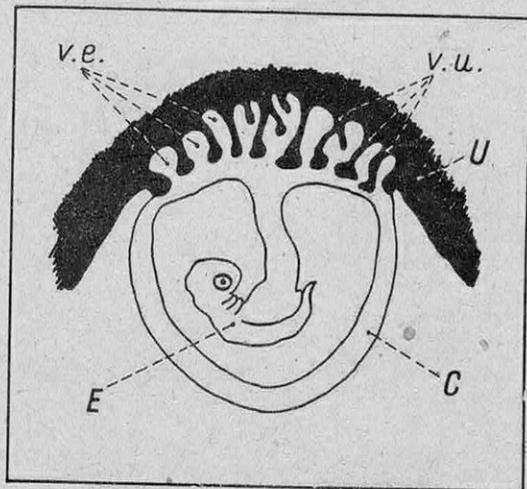


FIG. 2. — FIXATION DE L'EMBRYON AU PLACENTA CHEZ LES MAMMIFÈRES

Chez les Mammifères, l'embryon est solidement fixé dans les parois de l'utérus maternel. Ses tissus s'intriquent dans ceux de sa mère, constituant un ensemble complexe, le placenta, par l'intermédiaire duquel se font les échanges sanguins. La figure représente schématiquement un embryon humain et son placenta. U : parois de l'utérus ; — v. u. : villosités utérines ; — E : embryon ; — C : chorion ; — v. e. : villosités embryonnaires. C'est l'ensemble des villosités utérines et des villosités embryonnaires qui constitue le placenta.

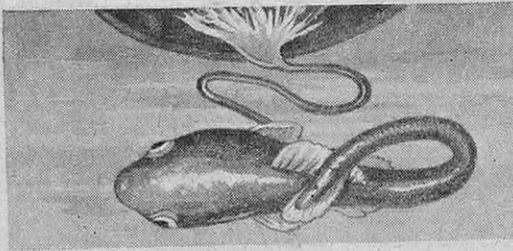


FIG. 3. — EMBRYON DE REQUIN VIVIPARE

Certains Requins vivipares ont des embryons qui se développent fixés par un placenta dans l'utérus maternel. C'est le cas du *Mustelus laevis*, petit Requin assez commun en Méditerranée, dont l'embryon avec son placenta est ici représenté. (D'après Roule.)

ne constituent qu'une faible minorité. En général, le parasite et son hôte appartiennent à deux espèces différentes. Le plus souvent, un parasite donné ne vit que dans un hôte déterminé. Cette spécificité parasitaire, qui n'est d'ailleurs pas toujours absolue, dépend d'un certain nombre de facteurs.

Fréquemment, le parasite est attiré vers son hôte par des émanations odorantes ou sapides. C'est par une attirance de cet ordre, semble-t-il, qu'une jeune larve aquatique de Douve du foie se dirige vers une Lymnée tronquée, sorte d'Escargot aquatique, à l'intérieur de laquelle s'effectuera une partie du cycle compliqué de ce Ver, et non vers une autre espèce de Lymnée. C'est l'attirance qu'exerce sur eux la chaleur qui incite des Poux à venir sur le corps humain et des Vers nématodes, les *Necator*, à s'enfoncer dans la peau des Mammifères. Les Moustiques, parasites intermittents, sont, eux aussi, attirés par la chaleur que dégage notre corps et il est bien connu qu'ils se posent volontiers sur tout objet chaud, tel le fourneau d'une pipe que l'on est en train de fumer, et, le réflexe piqueur étant alors déclenché, cherchent à y faire pénétrer leurs stylets.

Souvent, dans les espèces où les larves seules sont parasites, les femelles pondent leurs œufs sur l'hôte futur de leur progéniture ou à son voisinage. Celui-ci sera imposé en quelque sorte aux jeunes larves par les goûts ou les tendances

de leur mère. Une femelle de *Pimpla*, Hyménoptère du groupe des Ichneumons, enfonce normalement ses œufs, à l'aide de sa tarière, à l'intérieur des chrysalides de Papillons ; on peut, facilement, la faire pondre dans des papillotes de papier imprégnées de sang frais de chrysalides ; ce sont donc, semble-t-il, des émanations odorantes qui agissent. La larve du *Bracon viator*, autre Hyménoptère, ne se rencontre dans la nature que dans le corps d'Asticots et de larves de Coléoptères vivant dans les capitules de Chardons ; or, au laboratoire, on peut les faire vivre dans n'importe quelle larve d'insecte ; son apparente spécificité ne vient donc que du goût de la femelle adulte pour le Chardon : cette plante l'attire, elle y pond et ses larves n'y trouvent à leur disposition que des hôtes bien déterminés.

Les goûts du parasite ou de sa mère ne sont pas les seuls facteurs qui l'amènent à vivre dans un animal ou une plante déterminés. Il peut arriver que certains hôtes vers lesquels il est attiré réagissent vivement à sa présence et le détruisent. En voici un exemple : la femelle de *Linnerium validum* est également attirée par les Chenilles de deux Papillons, l'*Hypphantria cunea* et *Euproctis phœorrhæa*, et y pond, mais, si les larves se développent bien dans les premières, elles meurent dans les secondes.

Le fait qu'un hôte est favorable n'entraîne pas, obligatoirement, son infestation fréquente. Son genre de vie peut rendre presque impossible sa rencontre avec les stades infestants du parasite. Si l'Homme ne porte que très rarement des Douves du foie, alors qu'il leur convient aussi bien que le Mouton, leur hôte habituel, c'est qu'il ne mange pas d'herbes des prairies marécageuses sur lesquelles sont enkystées les larves infestantes.

Nous voyons donc que la spécificité parasitaire, plus ou moins absolue suivant les cas, est déterminée par toute une série de facteurs dont les uns dépendent du parasite lui-même, les autres de ses hôtes éventuels.

Une fois toutes les conditions remplies, le parasite s'étant solidement établi, on peut observer toute une série de modifications de l'hôte qui le supporte. Les unes sont locales, et les autres affectent l'ensemble de l'organisme.

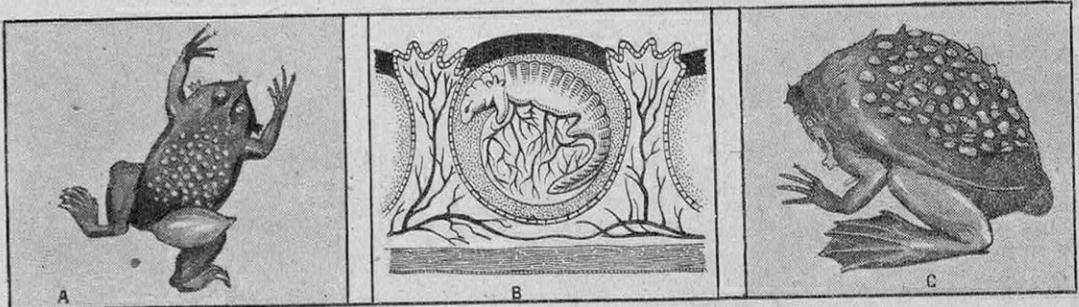


FIG. 4. — LA REPRODUCTION DU PIPA

Le Pipa est un gros Crapaud d'Amérique du Sud. Après la fécondation interne, la femelle fait saillir par son cloaque un tube renflé, ou ovopositeur (A), avec lequel elle dépose ses œufs sur son propre dos dont la peau, irritée par leur contact, forme des bourrelets qui les entourent. Il se forme ainsi autour de chaque œuf une sorte de cellule dont les bords sécrètent un opercule. C'est une de ces cellules que représente en coupe le schéma (B). A l'éclosion, les jeunes Pipas, complètement formés, sortent de leur cellule en soulevant l'opercule (C). (D'après Boulanger et Roule.)

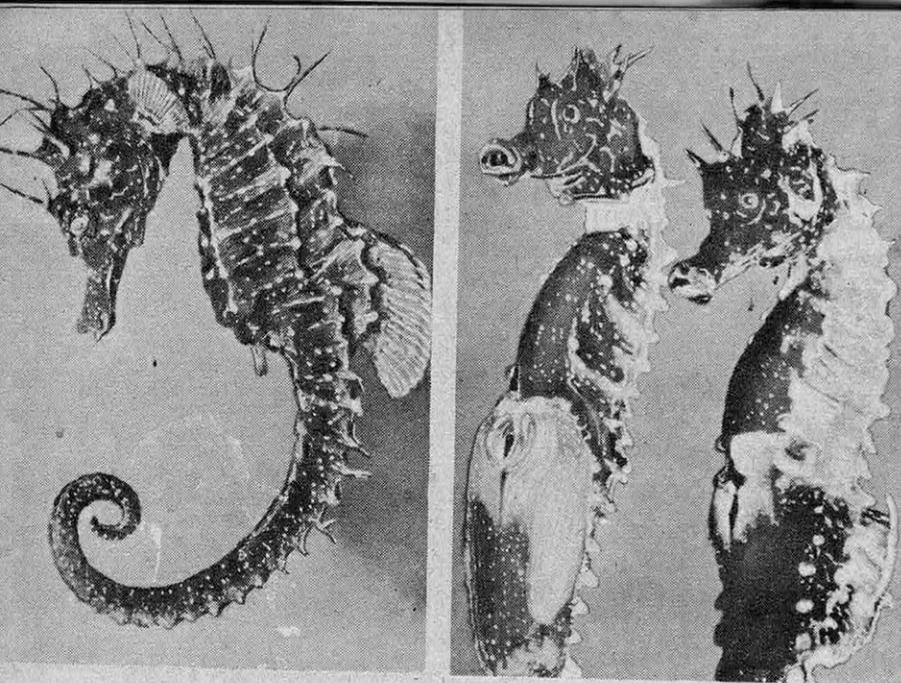


FIG. 5. — HIPPOCAMPES MALE ET FEMELLE

Les Hippocampes sont de curieux petits Poissons de nos côtes (longueur: 10 à 15 cm). Ils nagent debout, leur tête rappelant celle des chevaux des jeux d'échecs, d'où leur nom de « chevaux de mer ». Les mâles (à droite) se distinguent de la femelle (à gauche) par leur poche marsupiale ventrale dans laquelle se développent les œufs. (Photos Jean Painlevé.)

### Modifications locales de l'hôte sous l'action du parasite

Certains des effets locaux sont dus à des réactions de l'hôte, d'autres sont provoqués par les activités du parasite. Parmi les premiers, les plus fréquents sont l'autotomie, les phénomènes inflammatoires, l'hypertrophie et l'hyperplasie cellulaires; les plus notables des seconds sont des destructions plus ou moins importantes de tissus ou d'organes.

L'autotomie parasitaire s'observe, principalement, dans le groupe des Vers. C'est ainsi que, chez les Lombrics parasités par des Grégarines ou des larves de Nématodes, ces parasites enveloppés de cellules phagocytes (1) tombent dans la cavité générale et sont, passivement, entraînés vers l'extrémité postérieure où ils s'accumulent; ultérieurement, cette partie postérieure bourrée de parasites est séparée du reste du corps par un étranglement et se détache; en rejetant cette portion de son corps, le Ver rejette ses Grégarines ou ses Nématodes, mais, en se désagrégant, les anneaux détachés libèrent kystes et larves qui pourront infester de nouveaux Lombrics.

Si cette autotomie, exceptionnelle d'ailleurs, ne se rencontre que parmi les Vers, l'inflammation des régions qui entourent le parasite est surtout visible chez les Vertébrés. Dans ce groupe elle se manifeste surtout par une dilatation des vaisseaux sanguins d'où exsude du plasma qui s'accrue dans les tissus en les gonflant, et par l'agglomération de nombreux globules blancs attirés par la présence d'un corps étranger. Les symptômes essentiels d'inflammation: dilatation des vaisseaux par afflux de sang, gonflement des tissus, ont été déjà signalés à propos de la fixation des œufs sur la muqueuse utérine des Mammifères, la peau du dos de la

femelle de Pipa ou celle qui tapisse la poche incubatrice du mâle d'Hippocampe. Des parasites étrangers les provoquent également; c'est ainsi que les larves des grosses Mouches nommées Hypodermes provoquent dans la peau des Bœufs une inflammation qui peut s'aggraver et aboutir à de la suppuration.

Une action locale plus générale des parasites est l'hypertrophie des cellules, c'est-à-dire l'augmentation très notable de leurs dimensions. Des cellules géantes s'observent, par exemple, autour des Bacilles de la tuberculose ou de Vers parasites comme les Strongles des vaisseaux (*Hæmostrogylus vasorum*). Ce développement anormal serait dû, d'après le professeur Duboscq, au phénomène suivant: le parasite enlève pour ses propres besoins les produits des actions diastases qui, autrement, constitueraient des réserves freinant, par leur accumulation dans une cellule normale, l'activité des diastases; cette activité dure jusqu'à l'établissement d'un équilibre entre substances transformées et substances formées, équilibre qui ne peut jamais être réalisé lorsqu'il y a un parasite, puisque les corps formés sont aussitôt enlevés: les actions diastases ne cessent donc jamais; or, en plus des produits de réserve, elles donnent naissance à des substances utilisées immédiatement pour l'accroissement de la cellule; cet accroissement devient donc continu au lieu d'être temporaire, d'où hypertrophie cellulaire.

Cependant, très souvent, lorsque la croissance d'une cellule atteint une certaine valeur, la division se produit. La croissance étant accélérée par le parasite, la division le sera souvent également: l'hypertrophie entraîne l'hyperplasie, c'est-à-dire l'exagération de la multiplication des cellules. Autour du parasite s'établira donc un amas cellulaire important: une tumeur. Cette tumeur est bénigne lorsque les cellules qui la constituent restent à peu près normales et n'essaient pas; elle est maligne lorsque ses cellules présentent une physiologie anormale et essaient, c'est-à-dire que quelques-unes se détachent et vont se fixer en un autre point de l'organisme où, se multipliant, elles vont être le point de départ d'une tumeur secondaire. Ce dernier cas est réalisé dans le cancer, qui n'est d'ailleurs pas toujours provoqué par un parasite. C'est ce que l'on observe également, dans le cas des tumeurs produites chez le géranium et quelques autres plantes par une bactérie, le *Bacillus tumefaciens*. Lorsqu'une tumeur maligne a été provoquée, elle continue à proliférer et à produire des tumeurs secondaires qui conservent ses anomalies, et cela, même si le parasite responsable de son déclenchement a été enlevé. C'est ce que l'on observe par exemple

(1) On nomme phagocytes des cellules capables d'absorber d'autres cellules dont elles se nourrissent.

chez un Rat parasité par un Ver, le *Gongylonema neoplasticum* : ce Ver provoque une tumeur cutanée à allure de cancer et il se forme ensuite des tumeurs secondaires, généralement pulmonaires ; extirper le *Gongylonema* ne change rien au déroulement de la maladie. Rien de semblable ne s'observe dans les tumeurs bénignes qui ont souvent une forme bien régulière et caractéristique du parasite qui les provoque. C'est le cas en particulier des galles produites chez les Végétaux par des animaux ou des plantes. Citons-en deux exemples bien connus : la Noix de galle (fig. 9), formée sur les feuilles de Chêne autour d'une seule larve d'un petit Hyménoptère, le Cynips, et le Bedeguar du Rosier (fig. 8), boule poilue verte et rouge, dont plusieurs larves d'un autre petit Hyménoptère (*Rhodites rosæ*) sont responsables ; ici, l'hyperplasie semble provoquée par des substances injectées par la femelle pondeuse et d'autres secrétées par la ou les larves. Le professeur Molliard a, en effet, réussi à produire un commencement de développement de la galle du pistil du Pavot en injectant dans un de ces organes le produit du broyage de cinquante larves du Cynipide *Aulax papaveris* trouvées dans une de ces galles.

On peut considérer les étamines, les carpelles et les fruits des plantes comme des galles dues à la présence des grains de pollen, des ovules ou des graines se comportant en parasites.

L'exagération des diverses activités de la cellule sous l'action d'êtres vivants étrangers a quelquefois pour résultat la *secrétion* en quantité anormalement élevée de certaines substances. C'est ainsi que la présence de Bactéries, de Protozoaires ou de Vers au contact des tissus de certains Mollusques lamellibranches provoque une sécrétion importante de nacre autour de l'intrus qui est bientôt entouré d'une boule plus ou moins régulière de cette substance : c'est une perle, dont la valeur peut être grande notamment dans le cas de l'Huitre perlière, dont la nacre est particulièrement belle.

Il s'agit dans tous les faits qui viennent d'être cités de réactions de l'hôte à son parasite. Ce dernier peut, lui aussi, par son activité propre, provoquer des altérations locales des tissus qui l'entourent. Un premier exemple est fourni par le Ténia cénure, qui vit à l'état adulte dans le

tube digestif du Chien et présente une forme larvaire d'attente, ou cénure, logée au contact de la cervelle du Mouton ; ce cénure, qui atteint les dimensions d'un œuf de Poule, est une vésicule pleine de liquide et dont les parois portent de nombreux scolex, improprement appelés « têtes », invaginés, qui donneront chacun un Ténia adulte ; il comprime les organes voisins, en altère le développement et par suite produit chez le Mouton des troubles nerveux très graves dont l'ensemble constitue le « tournis » souvent mortel. Un autre Ver, le Strongle géant, vit dans le rein des Carnivores qu'il ronge, y produisant de profondes altérations. L'Ankylostome, ou Ver des mineurs, provoque, le long de la muqueuse intestinale qu'il déchire, des hémorragies qui sont durables, car cet animal produit un ferment anticoagulant.

### Modifications générales de l'hôte sous l'action du parasite

Ces modifications locales n'ont pas chez les animaux l'importance de celles qui affectent tout l'ensemble de l'organisme, lesquelles sont dues en général à des *secrétions toxiques du parasite* qui peuvent se répandre dans tout le corps de l'hôte. Chez un Homme dont l'intestin renferme un Bothriocéphale, sorte de long Ténia qui peut atteindre 15 à 16 m, le sang ne renferme plus que 1 million de globules rouges par mm<sup>3</sup> au lieu de 5 millions, nombre normal : il y en a eu destruction massive par des toxines secrétées par le Ver et passées dans le sang ; une grave anémie en résulte. D'autres Vers provoquent des troubles nerveux (convulsions, paralysie), dus également à des poisons émis par le parasite. L'effet des toxines bactériennes, bien connu, explique les troubles d'ordre général observés dans la plupart des maladies infectieuses. L'embryon des Mammifères, qui, nous l'avons vu, est un véritable parasite de sa mère, émet des substances toxiques normalement arrêtées par les tissus placentaires ; dans certaines circonstances accidentelles, elles réussissent à passer dans le sang maternel et déterminent l'éclampsie souvent mortelle.

Même s'il ne fabrique pas de poisons dangereux, un parasite, par sa seule présence, peut modifier profondément la physiologie de l'hôte

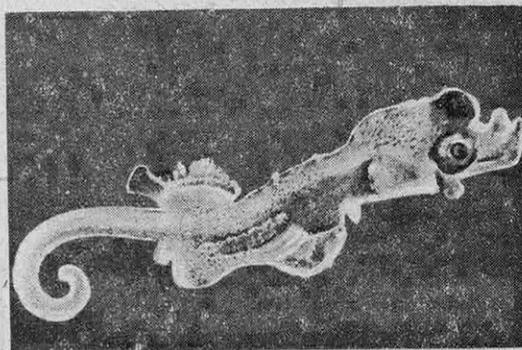
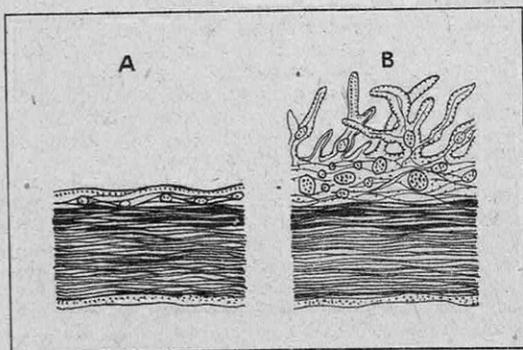


FIG. 6 ET 7. — PAROI DE LA POCHE MARSUPIALE DE L'HIPPOCAMPE MALE ET EMBRYON A LA NAISSANCE

Au contact des œufs, qui y sont pondus par la femelle, les parois de la poche ventrale du mâle Hippocampe se congestionnent, gonflent et forment de nombreuses villosités richement vascularisées, qui les entourent. En A est représenté un fragment de ces parois dans leur état normal ; en B, un fragment analogue durant la période de gestation. A droite, embryon d'Hippocampe à la naissance. (Photo Jean Painlevé.)



FIG. 8. — BEDEGUAR SUR UN ROSIER

Les grosses boules poilues vertes et rouges que l'on voit fréquemment sur les Rosiers, connues sous le nom de « Bedeguar », sont des galles habitées par plusieurs larves, visibles sur la coupe de droite, d'une petite guêpe : le *Rhodites roseæ*.

qui l'abrite. Détournant à son profit de nombreux matériaux nutritifs, il l'affaiblit. Les porteurs de Ténias, les Femmes enceintes, le mâle d'Hippocampe portant ses jeunes sont nettement plus faibles que dans leur état normal. Cette diminution des aliments disponibles peut, chez de jeunes Animaux ou de jeunes Plantes, ralentir la croissance. Des larves d'Insectes parasitées se nymphosent plus vite que des larves normales, leurs divers stades durant moins longtemps par suite de l'épuisement plus rapide de leurs réserves. Souvent la métamorphose ne s'achève pas et la nymphe, manquant des matériaux nécessaires à la formation des organes adultes, s'épuise et meurt. Les cellules reproductrices nécessitant, pour se constituer normalement, de très importantes quantités de substance, les animaux ou plantes parasités seront, parfois, stériles. C'est ainsi que les fleurs doubles seraient dues à des parasites empêchant la formation du pollen et des ovules et, par voie de conséquence, celle des galles que sont étamines et carpelles ; les pétales aux dépens desquels elles se seraient formées subsistent et s'ajoutent à ceux qui existent dans une fleur normale.

Tous les cas de *castration parasitaire*, même si on laisse de côté la castration directe due à la destruction des cellules sexuelles par un parasite qui s'en nourrit, ne sont pas aussi simples. Les Crabes portant des Sacculines sont castrés, mais, tandis que la femelle atteinte conserve ses caractères extérieurs, le mâle parasité prend des caractères femelles ; chez ces crustacés, les sexes se distinguent par l'allure de leur abdomen, lequel, replié sous le céphalothorax, est large, arrondi et normalement segmenté chez les femelles, étroit, triangulaire et partiellement segmenté chez les mâles ; or le mâle sacculiné a un abdomen de femelle (fig. 10), sauf deux stylets copulateurs portés en dessous au lieu des pattes pennées des femelles ; il y a donc ici plus qu'une simple castration. Ces faits sont dus aux modifications de l'ensemble du métabolisme de l'animal parasité ; normalement un mâle transforme ses aliments en une réserve hydrocarbonée, le glycogène, et fabrique très peu de graisses ; la femelle, au contraire, a d'impor-

tantes réserves de graisses et fort peu de glycogène ; la sacculine provoque la formation de graisses et diminue celle de glycogène, aussi bien chez la femelle que chez le mâle, mais, chez la première, cela ne fait qu'accentuer son métabolisme normal, tandis que chez le second il est inversé et devient du type femelle. Les caractères sexuels externes ou secondaires seraient, d'après ces observations, sous la dépendance du métabolisme.

Certains cas sont moins explicables. Tel est celui des *Andrènes*, variété d'Abeilles, parasitées par des *Stylops*, Insectes très dégradés : les mâles infectés prennent des caractères extérieurs femelles, mais inversement les femelles stylopiées ont des caractères mâles ; la raison exacte est inconnue, mais, en tout cas, ceci indique des troubles profonds dans la physiologie de ces animaux sous l'action des *Stylops*.

Nous voyons donc combien les effets généraux de la présence d'un parasite peuvent être importants et combien le fonctionnement normal de l'organisme peut être altéré. L'hôte d'ailleurs

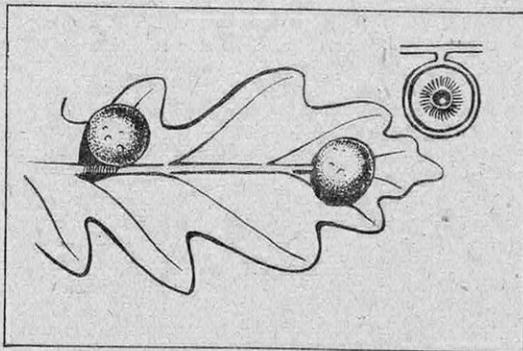


FIG. 9. — NOIX DE GALLE SUR UNE FEUILLE DE CHÊNE

Sur les feuilles de Chêne, on observe souvent des boules brunâtres, résistantes, de la taille d'une Cerise : elles sont provoquées par un petit Hyménoptère : le *Cynips*. Chacune de ces galles renferme une larve de l'insecte. (D'après Houard.)

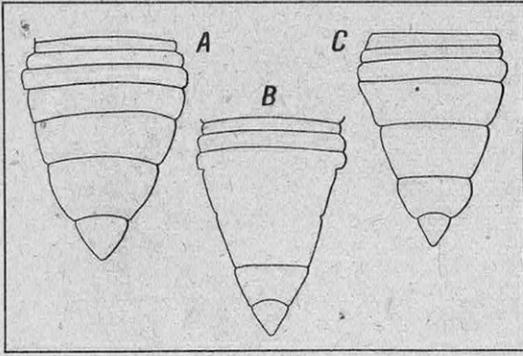


FIG. 10. — ABDOMENS DE CRABES

Le sexe des Crabes se reconnaît à la forme de leur abdomen. Celui de la femelle (A) est large et arrondi, bien segmenté. Celui du mâle (B) est triangulaire et incomplètement segmenté. Si un Crabe mâle est parasité par une Sacculine, sorte de crustacé dégénéré, son abdomen prend un aspect très analogue à celui d'une femelle (C). (D'après Giard.)

réagit. Nous avons déjà vu ses réactions locales, mais il en a aussi d'ordre général. A la présence d'un corps étranger, il répond presque toujours, au bout d'un temps plus ou moins long, par la sécrétion d'un anticorps. Ces anticorps peuvent détruire le parasite ; c'est ce qui se produit toujours, nous l'avons vu, dans les Chenilles d'*Euproctis phæorrhæa* parasitées par les larves de *Limmerium validum*. En général, il s'établit simplement un équilibre entre les toxines parasitaires et l'anticorps. Il arrive souvent que, lorsqu'un ou plusieurs parasites d'une espèce donnée sont installés dans un organisme, d'autres individus de la même espèce ne peuvent s'y établir, ce qui s'explique de la façon suivante : l'anticorps n'est sécrété qu'au bout d'un certain temps, les parasites initiaux sont à ce moment assez âgés pour résister, mais, si des larves de leur espèce, qui n'ont pas la même résistance, sont amenées alors à pénétrer dans l'hôte, elles sont détruites par ce même anticorps. C'est ainsi que dans l'intestin d'un porteur de *Ténia* ne peuvent s'en installer de plus jeunes ; lorsque plusieurs de ces Vers coexistent, c'est qu'ils sont de même âge et que leur fixation est antérieure à la sécrétion de l'anticorps. Dans le cas d'une Femme enceinte, l'organisme maternel réagit de la même manière à la présence du fœtus et les anticorps qu'il fabrique peuvent, dans certains cas très rares, en arrêter le développement.

Si l'hôte se modifie en réagissant tant sur le plan local que sur le plan général, le parasite lui-même se distingue presque toujours, des espèces libres par des modifications profondes. On peut, suivant les tendances philosophiques que l'on préfère, ou bien considérer que ces transformations étaient pré-existantes à la vie parasitaire et en ont favorisé l'établissement, ou bien qu'elles lui sont postérieures et en découlent par adaptation.

### Modifications morphologiques des parasites

Quoi qu'il en soit, ces modifications portent sur la morphologie et sur la reproduction.

Il y a, d'abord, développement d'organes de fixation. Ce n'est d'ailleurs pas un caractère spécial aux parasites, mais aux animaux fixés en général, que ce soit sur un support inanimé ou sur un être vivant. Chez les parasites, cependant, le développement et la variété de ces organes sont plus grands que partout ailleurs. Ce sont ou bien des productions tégumentaires, ou bien des appendices transformés.

Dans le premier groupe rentrent les ventouses et les crochets. Les ventouses se rencontrent dans des familles très différentes : parmi les Vers, beaucoup en sont pourvus : les Sangsues, parasites temporaires, en portent deux, une péri-buccale, une autre postérieure (fig. 12) ; le *Ténia* inermis, qui est le « Ver solitaire » le plus répandu en France, en porte une série autour de son scolex (fig. 13 A) ; la Douve du foie en possède deux, une antérieure péri-buccale et une médiane ventrale ; on peut en observer chez certains Crustacés comme les Lernéopodes qui en portent sur leur deuxième paire de mâchoires.

Les crochets sont également fort répandus, on en trouve même chez les Protozoaires. Certains parasites peuvent posséder ces deux genres d'organes tégumentaires à la fois : c'est le cas, par exemple, du *Ténia* armé (*Tænia solium*), « Ver solitaire » dont la larve vit dans le porc et dont le scolex porte des crochets et un cercle de ventouses (fig. 13 B).

Presque tous les crustacés parasites se fixent à l'aide de certains de leurs appendices : antennes, mâchoires ou mandibules. Ces appendices prennent des formes spéciales. Chaque antenne de la deuxième paire du petit Copépode *Anthosoma crassum* est terminée par un crochet lui servant à se fixer sur la peau du Requin « Touille-Bœuf » ou « Taupe » (*Lamna cornubica*). Sur la paroi buccale ou les branchies de la Perche commune on peut trouver un autre curieux Copépode : la femelle de l'*Achtheres*

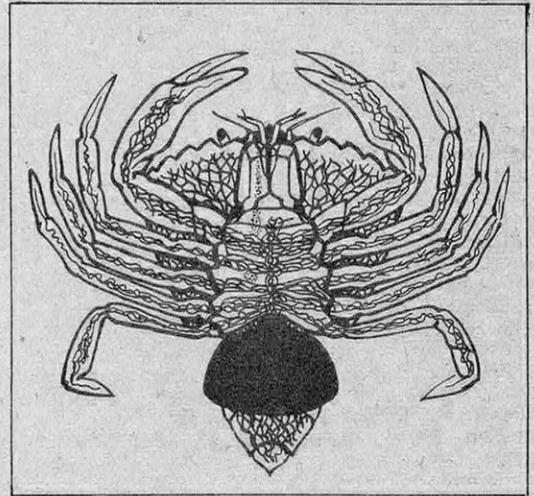


FIG. 11. — SACCULINE, PARASITE DU CRABE

Souvent, sous l'abdomen d'un Crabe, on observe un sac jaune orangé : c'est la partie visible d'un Crustacé parasite : la Sacculine. Ce sac renferme uniquement les testicules et les ovaires, car l'animal est hermaphrodite. Il se prolonge à l'intérieur du Crabe par de fins suçoirs tracés en noir.

*percarum* : ses pattes-mâchoires de la deuxième paire sont allongées, réunies par leurs extrémités comme deux bras en prière ; au point de jonction se trouve un bouton chitineux fixé dans la muqueuse du Poisson.

Souvent des organes de fixation compliqués et entièrement nouveaux peuvent se constituer. C'est le cas des curieux prolongements céphaliques des femelles de Lernées, Crustacés parasites externes des Poissons.

Quelquefois l'appareil fixateur sert, en même temps, à absorber les liquides organiques de l'hôte. C'est alors un *sucoir*, surtout fréquent chez les parasites végétaux.

La présence de ventouses, crochets, sucoirs, etc., n'implique pas toujours que le parasite s'en serve réellement. La Douve du foie adulte vit principalement dans les canaux biliaires du Mouton où elle se tient enroulée en un cornet, à l'intérieur duquel se trouvent ses ventouses qui, n'étant pas en contact avec les tissus de l'hôte, ne sont nullement utilisées pour la fixation. Toujours est-il que la présence de tels appareils constitue un des caractères les plus saillants de la morphologie externe des animaux ou des plantes parasites.

Ils présentent d'autres caractères, plus importants encore, qui modifient non seulement leur morphologie externe, mais également leur morphologie interne. Ce sont le développement des appareils reproducteurs et la réduction de ceux de la vie végétative. Son hôte digérant pour lui, le parasite peut se passer de tube digestif ; n'étant plus en contact avec le milieu extérieur, il peut se passer des organes de relation : système nerveux et organes des sens. Quelques exemples vont nous permettre de nous rendre compte de l'importance de ces modifications qui rendent souvent méconnaissable la véritable nature du parasite. Nous avons déjà cité la Sacculine, parasite des Crabes ; elle se présente sous la forme d'un sac jaune orangé fixé sous l'abdomen de son hôte par d'innombrables sucoirs qui pénètrent dans tout le corps du Crabe, circulant entre tous ses organes (fig. 11) ; ce sac renferme uniquement des testicules et des ovaires, ces derniers bourrés d'œufs ; rien ne permet de classer cet étrange animal que l'étude de son développement a seule permis d'identifier comme un Crustacé ; sa larve libre ressemble à un Cypris, genre de petit Crustacé aquatique ; cette larve se fixe sur un Crabe, généralement à une articulation, par une de ses antennes ; celle-ci se transforme en une aiguille dure et creuse, véritable aiguille de seringue à injection, tandis que tous les organes larvaires se liquéfient littéralement et vont être injectés

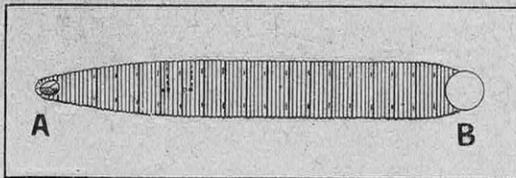


FIG. 12. — LES DEUX VENTOUSES D'UNE SANGSUE

Une Sangsue, parasite intermittent, porte deux ventouses : une antérieure, triangulaire, qui entoure la bouche (A), et une autre, circulaire et beaucoup plus grande, située à l'extrémité postérieure du corps. (D'après Scriban et Autrum.)

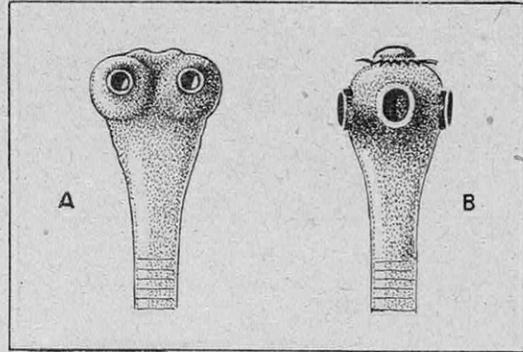


FIG. 13. — TÉNIA INERME ET TÉNIA ARMÉ

Les Ténias sont de longs Vers plats, dont deux espèces surtout parasitent l'Homme. Ce sont : le Ténia inerme (*Tænia saginata*), dont la larve vit dans les muscles du Bœuf, et le Ténia armé (*Tænia solium*), dont la larve vit dans ceux du Porc. Le premier se fixe sur les parois du tube digestif par un « scolex » garni de ventouses (A), le second en possède un pourvu à la fois de ventouses et de crochets (B) pouvant déterminer de légères hémorragies. (D'après Perrier.)

dans l'hôte par l'antenne-aiguille ; cette masse organique liquide va donner les filaments-sucoirs qui vont s'insinuer parmi tous les tissus du Crabe ; c'est plus tard seulement que les organes se forment, percent la peau du Crabe et donnent le sac orangé plein d'œufs ; ici, donc, l'appareil végétatif est réduit à des sucoirs sans structure particulière, il n'y a ni tube digestif, ni système circulatoire.

Un autre cas du même ordre nous est fourni par un parasite vermiforme fixé au vaisseau dorsal des Holothurides ou « Cornichons de mer » du genre *Synapte* ; il renferme un tube digestif réduit et fermé, des testicules et des ovaires bien développés ; on a pu, en étudiant des stades jeunes, s'apercevoir qu'il s'agissait d'un Mollusque du groupe des Gastéropodes, famille dont fait partie l'Escargot ; la masse viscérale avec son énorme hépato-pancréas, les organes sensoriels et respiratoires, le cœur, la coquille ont disparu.

Les mâles parasites des femelles de leur propre espèce ne renferment plus guère qu'un énorme testicule ; c'est ce que montre par exemple une coupe du mâle de *Ceratioides*, Poisson de la famille des Ceriatioïdes (fig. 14).

Les parasites végétaux présentent des faits analogues. On trouve souvent au printemps et en été, dans notre Sud-Ouest, non loin des Peupliers, de grandes fleurs violettes ayant l'allure de celles de « l'Ortie blanche » (*Lamium album*), (qui n'a d'ailleurs rien d'une ortie) ; elles semblent sortir directement du sol. Si on les déterre, on découvre une minuscule tige blanche portant des écailles blanchâtres, feuilles avortées, et d'où partent des sucoirs fixés sur des racines de Peupliers ; c'est une plante parasite, la *Lathrée clandestine* (fig. 15), dont l'appareil végétatif (tiges, feuilles, racines) est réduit, alors que l'appareil reproducteur (fleurs) est très gros. Ceci s'accroît encore chez une plante des forêts des îles de la Sonde : le *Rafflesia* (fig. 16) dont l'appareil végétatif est réduit à quelques petits filaments vivant à l'intérieur des racines d'arbre qui courent à la surface du

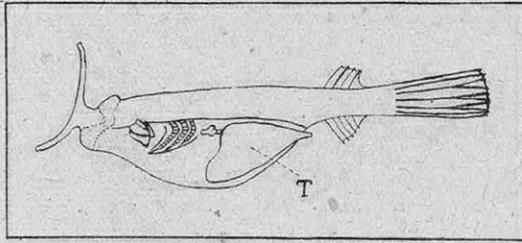


FIG. 14. — MÂLE NAIN DE CÉRIATOÏDE

Les mâles nains des Cériatoïdes ont des organes végétatifs (le tube digestif, en particulier) très réduits et des testicules (T) énormes.

sol, alors que sa fleur, très vivement colorée et à odeur cadavérique, est de dimension énorme (plus de 1 m de diamètre).

Il peut même arriver que le parasite en soit rigoureusement réduit à ses organes reproducteurs, c'est le cas du *Xenoceloma Brumpti*, Copépode parasite interne de Vers marins. De l'animal devenu parasite après sa fixation à l'état de larve normale, il ne reste plus que les testicules et les ovaires greffés dans les tissus de l'hôte.

### Proliféricité des parasites

Ce développement considérable des organes reproducteurs est en rapport avec un autre caractère assez général chez les parasites : la prolificité. Un *Ascaris* pond jusqu'à 60 millions d'œufs par an. On a vu là une adaptation au parasitisme : le développement étant rarement complet chez des êtres qui doivent trouver, pour l'achever, un hôte déterminé, plus il y aura de germes, moins il y aura de chances que les quelques occasions favorables soient perdues. Il est indiscutable qu'un parasite subsistera plus facilement s'il est très fécond, mais cette fécondité a simplement pour cause l'abondance de nourriture, beaucoup plus grande que pour une forme libre. Les reines d'Insectes sociaux, non parasites, mais très richement nourries, sont tout aussi prolifiques.

Le nombre des larves fournies par un parasite se trouve souvent encore augmenté par le fait qu'un seul œuf peut se fragmenter, donnant plusieurs embryons ; c'est la *polyembryonie*. L'entomologiste français Marchal a découvert ce phénomène chez un petit Hyménoptère dont la larve est parasite des Chenilles d'*Hyponomeute* (1). L'œuf est pondu dans la Chenille en juillet-août. Dès le début il s'y forme deux noyaux : un paranucleus qui gonfle, se lobe, puis se divise en une infinité de fragments éparés dans le cytoplasme, et un noyau embryonnaire. Ce dernier se divise en une centaine de petits noyaux dont chacun s'entourera de cytoplasme et d'une membrane pour donner un embryon. Autour de cette centaine d'embryons individualisés reste du cytoplasme non fragmenté qui, contenant les débris du paranucleus, a un rôle nourricier et est absorbé peu à peu.

Dans d'autres cas, ce n'est pas l'œuf qui se segmente, mais la larve qui donne naissance à un nombre plus ou moins élevé de larves de deuxième ordre, souvent différentes d'elle-même ; ces larves de deuxième ordre peuvent, à leur tour, donner chacune une certaine quan-

tité de larves de troisième ordre, et ainsi de suite. Ce sont de tels faits qui expliquent, peut-être, la survie de parasites à cycle compliqué comme la Douve du foie : ce Ver a besoin pour effectuer son cycle complet de toute une série de conditions rarement réalisées ; le nombre des jeunes perdus est énorme, mais, à chaque stade, les quelques survivants donnent un grand nombre de descendants : l'adulte vit, nous l'avons vu, dans les canaux biliaires du Mouton, qui en expulse avec ses excréments les œufs innombrables ; ceux-ci ne vont pouvoir éclore que s'ils se trouvent sur un terrain marécageux ; si cette condition se trouve réalisée, il sort de chacun d'eux un petit embryon cilié microscopique pourvu à l'avant d'une pointe, le miracidium ; ce miracidium ne se développe que s'il rencontre, au hasard de sa nage errante, une Limnée tronquée (*Limnæa truncatula*) ; la grande majorité va donc périr ; ceux qui auront eu la chance de rencontrer de ces Mollusques pénétreront dans leur cavité respiratoire ; là chacun se fixe, grossit et se transforme en une sorte de sac : le sporocyste, à peine visible à

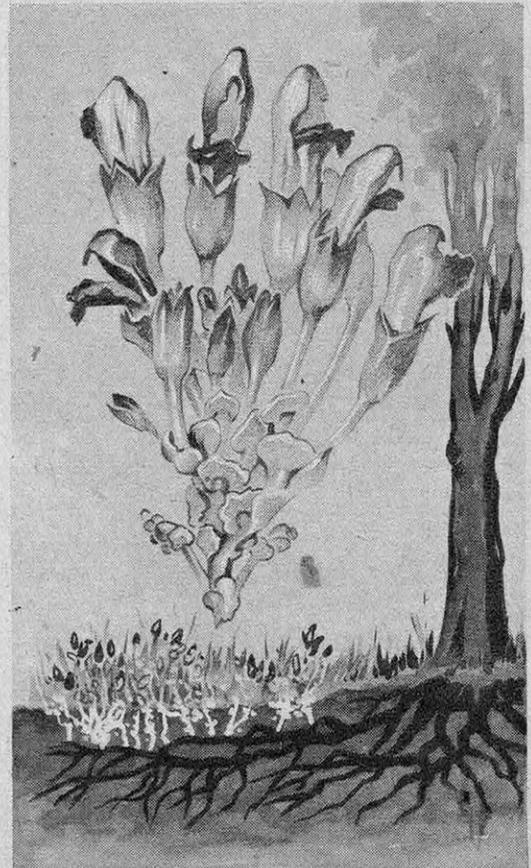


FIG. 15. — LATHRÉE CLANDESTINE, PARASITE DU PEUPLIER

Souvent, au pied des Peupliers, on voit sortir du sol de grandes fleurs violettes en forme de casque ; ce sont celles de la Lathræe clandestine, qui vit en parasite sur les racines de l'arbre. La tige et les feuilles sont très réduites et décolorées.

(1) Voir *Science et Vie*, n° 305, p. 31.

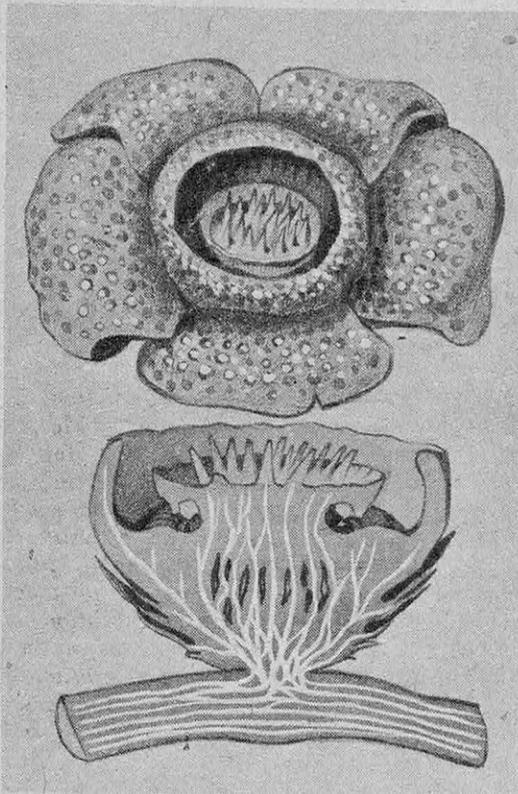


FIG. 16. — RAFFLESIA, PLANTE PARASITE

Sur les racines d'arbre courant au ras du sol, dans les forêts de Sumatra, de Java ou de Bornéo, on peut voir quelquefois s'épanouir d'énormes fleurs vivement colorées et à odeur désagréable. Elles appartiennent à une *Rafflesia* dont l'appareil végétatif est réduit à quelques suçoirs. Le dessin du haut représente une *Rafflesia Arnoldi*, tandis que celui du bas montre la fixation sur une racine d'une espèce voisine, la *Rafflesia Patma*, représentée sans le périanthe; on remarque l'intercommunication des vaisseaux de la *Rafflesia* et de la racine sur laquelle elle vit.

l'œil nu. A l'intérieur de ce sporocyste se développent de nombreuses larves de deuxième génération, allongées, munies d'une courte queue et de deux lobes latéraux, les redies; ces redies restent dans la Linnée et chacune d'elles donne au bout de quelque temps de nombreuses larves de troisième génération, les cercaires; un cercaire présente un corps arrondi ayant déjà l'organisation de celui de l'adulte et une longue queue; il a l'aspect d'un Têtard minuscule à peine visible à l'œil nu; les cercaires quittent la Linnée et, en nageant, vont s'enkyster, après avoir perdu leur queue, sur les herbes du bord de l'eau; si ces herbes sont avalées par un Mouton, les kystes s'ouvrent et il sort de chacun d'eux une Douve adulte.

Beaucoup de parasites doivent, comme la Douve, avoir plusieurs hôtes successifs, ce qui augmente les causes de pertes, et ceci tant chez des parasites animaux (Ténias, Plasmodium du paludisme, Trypanosome de la maladie du sommeil, etc..) que chez des parasites végétaux (Champignon de la Rouille du Blé, qui doit

passer quelque temps sur l'Épine-vinette, etc.).

Si les nombreuses conditions nécessaires à leur développement rendent celui-ci aléatoire, les parasites, sauf ceux qui sont libres à l'état adulte, rencontrent une autre difficulté: le rapprochement des sexes n'est théoriquement possible chez eux que si un même hôte héberge un mâle et une femelle, ce qui est loin d'être toujours réalisé. Aussi beaucoup des espèces qui ont subsisté présentent-elles des dispositifs qui pallient cette difficulté nouvelle. Si les sexes restent séparés, le mâle minuscule se fixe sur la jeune femelle avant que celle-ci ne devienne parasite; ceci s'observe par exemple chez de nombreux Crustacés, où le parasitisme ne s'établit que chez les adultes. Ou bien encore la femelle est fécondée une fois pour toutes durant sa jeunesse libre; c'est le cas chez les Lernées: dans ce groupe, les jeunes femelles, ayant une allure normale de Copépode, sont fécondées, puis se fixent sur des Poissons; elles se déforment alors et prennent un aspect étrange.

Plus souvent s'établit l'hermaphroditisme, et cela même chez des espèces appartenant à des familles où la séparation des sexes est une règle absolue pour les espèces libres. Nous l'avons rencontré chez les *Xenocoeloma* et les *Sacculines* parmi les Crustacés, ou les Douves parmi les Vers. Un cas particulier est celui des Ténias. Chez ces Vers plats, le corps est, on le sait, formé d'anneaux successifs d'autant plus âgés, donc d'autant plus larges à mesure que l'on s'éloigne du scolex fixé sur la muqueuse intestinale; si on examine l'anatomie interne de ces anneaux en partant du scolex, on constate que les premiers, les plus jeunes, ne présentent aucun organe différencié, puis on arrive à des segments plus âgés qui renferment des testicules, d'abord en formation, puis mûrs; dans les suivants apparaissent les organes femelles encore immatures; enfin plus loin dans les anneaux les plus anciens, les testicules dégèrent et les ovules mûrissent; jamais, par conséquent, dans le même anneau ne coexistent spermatozoïdes et ovules mûrs, mais chacun sera successivement mâle, puis femelle pendant son développement, au cours duquel il s'éloignera de plus en plus du scolex. A tout moment, le Ténia a donc des anneaux mâles et des anneaux femelles; son corps étant maintes fois replié sur lui-même, en de nombreux points, des segments de sexe différent sont face à face; il se produit alors un véritable accouplement entre eux.

### Adaptation réciproque du parasite et de son hôte

Ce sont donc de très profondes transformations tant physiologiques qu'anatomiques et morphologiques qui caractérisent les parasites, lesquels déterminent chez leurs hôtes des modifications non moins importantes. Si le parasite est presque toujours nuisible, il peut, dans quelques cas, s'établir une véritable adaptation réciproque faisant que, si, comme toujours, le parasite ne peut vivre sans son hôte, l'hôte lui-même vit mal sans son parasite. C'est alors une *symbiose*. L'étude de telles associations constitue un des chapitres les plus attachants de la biologie, mais, nécessitant de longs développements, elle ne peut être abordée ici. Prédation, parasitisme, symbiose sont trois genres de vie passant insensiblement de l'un à l'autre, et dont les limites sont souvent imprécises.

P. BECK

# OU EN EST LA TECHNIQUE DU VIDE ?

par M.-E. NAHMIA  
Docteur ès Sciences

Lorsque, il y a près de quinze ans, les compteurs de Geiger firent leur apparition, la technique de détection de très faibles sources radioactives en fut révolutionnée. Malgré les incohérences du début, la radioactivité artificielle fut découverte par M. et M<sup>me</sup> Joliot-Curie grâce à cette technique. Lorsque, il y a treize ans, Blackett et Occhialini mettaient au point la technique des chambres de Wilson actionnées par les radiations cosmiques elles-mêmes, un pas énorme était fait également dans ce domaine de recherches, et les résultats d'expériences furent dès lors plus nombreux ; Anderson découvrait ainsi le positon, puis le méson. Aujourd'hui, nous assistons à une petite révolution dans la technique du vide. L'alphantron, mis au point cette fois par l'industrie (National Research Corporation, à Boston, U. S. A.), qui permet une mesure rapide et précise des vides très poussés, va certainement être la cause directe de nombreux perfectionnements dans les diverses techniques utilisant le vide et la cause indirecte des découvertes, qui seront, grâce à lui, rendues plus accessibles.

## Le vide

La planète sur laquelle nous vivons est entourée d'une atmosphère composée principalement d'azote, d'oxygène, d'hydrogène, de gaz carbonique, de gaz rares comme l'hélium, l'argon, le krypton, le néon, le xénon et même d'émanations radioactives comme le radon. Un grand nombre de substances gazeuses ou très volatiles aux températures normales — 0 à 30° C — se trouvent également dans l'atmosphère que nous respirons et qui s'infiltrerait partout où elle peut. La pression exercée sur 1 cm<sup>2</sup> par cette atmosphère est d'environ 1 kg au niveau de la mer ; elle diminue avec l'altitude. Les surfaces minces se déforment élastiquement ou se brisent sous l'effet de la différence que l'on peut créer artificiellement entre les pressions s'exerçant sur leurs deux faces : un récipient en verre mince dans lequel on ferait le vide s'affaisserait du fait de la pression extérieure, tandis qu'un ballon de football gonflé et enfermé dans une enceinte que l'on viderait arriverait à éclater du fait de la dépression environnante ; les poumons d'acier mettent ces phénomènes en action pour sauver les malades qui ne peuvent plus respirer ; les aéronautes d'hier mettaient en œuvre des propriétés analogues, et les prospecteurs de pétrole le font encore de nos jours.

Si l'air que nous respirons est essentiel à notre vie comme à celle des animaux et des plantes, il est, par contre, très « nocif » dans certains cas. La rouille, par exemple, est causée par l'oxygène de l'air, et c'est aussi l'oxygène qui rend les incendies si difficiles à maîtriser. Une lampe d'éclairage ou de radio, une ampoule à rayons X

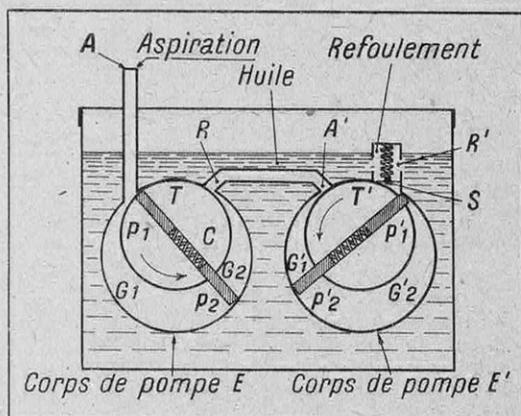


FIG. 1. — PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UNE POMPE ROTATIVE DOUBLE A PALETTES

L'enceinte à évacuer est mise en communication avec la tubulure A. A l'intérieur du corps de pompe E se trouve un cylindre C qui tourne en restant constamment tangent en T à une génératrice du corps de pompe ; dans ce cylindre coulissent à frottement doux deux palettes p<sub>1</sub> et p<sub>2</sub> maintenues par un ressort constamment appuyées contre la paroi interne du corps de pompe, et qui divisent l'espace compris entre le cylindre et le corps de pompe en deux régions G<sub>1</sub> et G<sub>2</sub> ; l'ensemble cylindre-palettes est animé d'un mouvement de rotation (près de 400 tours/mn) dans le sens de la flèche. Le gaz emprisonné dans G<sub>1</sub> sera amené par la palette p<sub>1</sub> en R, entrera en A' dans une région analogue G'<sub>1</sub> de la deuxième pompe et sera finalement refoulé à l'extérieur à travers la soupape S qui est maintenue sur son siège par le ressort R'.

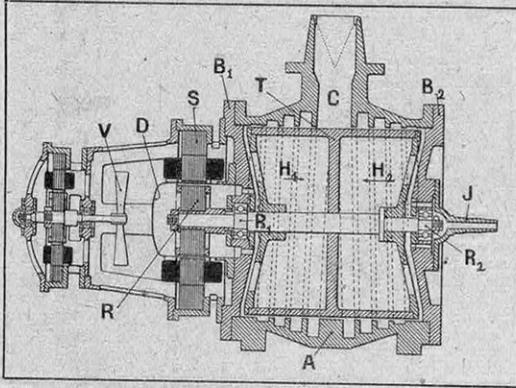


FIG. 2. — POMPE A VIDE MOLÉCULAIRE HOLWECK MODÈLE 1930

Un tambour cylindrique lisse *T* tourne à l'intérieur d'un corps de pompe *A* creusé de gorges en hélices à pas contraires  $H_1$  et  $H_2$ , de profondeur décroissante, fonctionnant en parallèle et dont les filets, se réunissant en *C*, communiquent ainsi avec le récipient à vider. Le tambour *T*, porté par des roulements à billes  $R_1$  et  $R_2$ , placés dans des joues en bronze  $B_1$  et  $B_2$ , est entraîné par un rotor *R* isolé de l'extérieur par une cloche étanche *D* refroidie par un ventilateur *V*, lui-même entraîné par un petit moteur à cage d'écureuil dont le stator est connecté en parallèle sur le stator *S* d'entraînement du cylindre. L'ajutage *J* sert à faire le vide préalable dans l'enceinte à évacuer ainsi que dans le tambour *T* et dans la cloche *D*. Cette pompe peut fonctionner sur un secteur alternatif quelconque mono- ou triphasé par l'intermédiaire d'un dispositif de transformateur statique, ou sur un secteur à courant continu en utilisant, dans ce cas, une petite commutatrice comme organe auxiliaire.

ou un cyclotron ne peuvent pas fonctionner en présence d'une trace d'oxygène. Celui-ci a pour effet de former avec le filament de tungstène incandescent un oxyde qui abaisse le point de fusion; le filament brûle et se coupe en un point, ou même se volatilise complètement.

Il faut donc non seulement vider et sceller certains appareils, mais encore les « purger » de toutes traces d'impuretés volatiles.

### Comment on fait le vide

On trouve au musée du Conservatoire des Arts et Métiers, à Paris, une belle collection d'anciens modèles de pompes à faire le vide. Nous ne mentionnerons ici que celles qui sont encore utilisées dans les laboratoires et dans l'industrie. Elles peuvent se classer en deux catégories : les pompes rotatives et les pompes à condensation (1).

Parmi les premières, on peut citer les pompes à palettes et les pompes Holweck. La figure 1 représente la coupe schématique d'une pompe à palettes qui peut aussi bien servir à faire le vide qu'à comprimer un gaz. (On peut se servir d'une de ces pompes pour comprimer, par exemple, du gaz d'éclairage dans un chalumeau, en branchant ce dernier sur l'orifice de refoulement.) Les pompes à palettes peuvent fonctionner en partant de la pression atmosphérique, et elles atteignent des vides de 0,0001 mm de mercure (la

(1) Voir « Comment les techniques du vide évoluent vers la perfection » (*Science et Vie*, n° 208, octobre 1934).

pression atmosphérique correspond à 760 mm de mercure au niveau de la mer et par beau temps).

Les pompes moléculaires Holweck (fig. 2) atteignent un vide de dix à cent fois meilleur (0,000 01 à 0,000 001 mm de mercure), à condition de débiter avec une pression inférieure à 0,1 mm de mercure. Autrement dit, elles doivent être mises en série avec une pompe à vide préliminaire et elles fonctionnent d'autant mieux que le vide préliminaire est meilleur.

Les pompes à condensation (fig. 3) utilisent

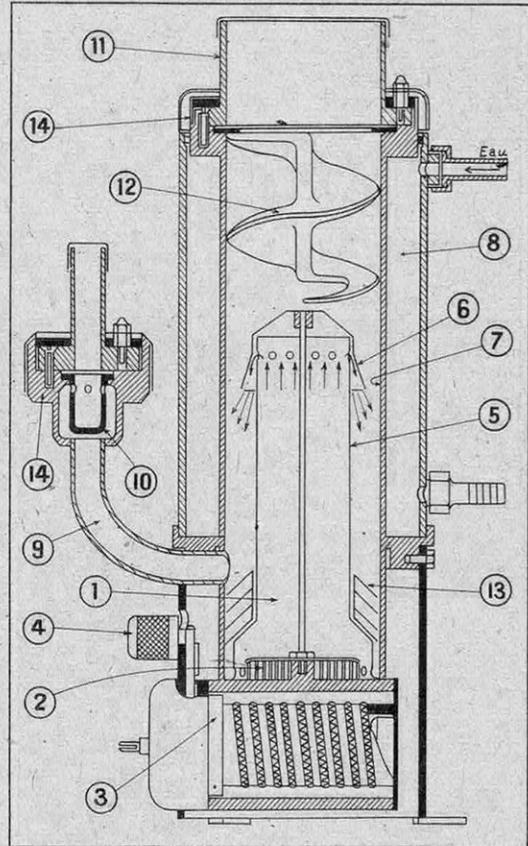


FIG. 3. — SCHÉMA EN COUPE DE LA POMPE A CONDENSATION DE VAPEUR D'HUILE TYPE CH 35

L'huile contenue dans la chaudière 1 qui est munie de transmetteurs de chaleur 2 destinés à empêcher toute surchauffe dangereuse de la partie inférieure de la nappe d'huile est chauffée par une résistance électrique (de puissance 325 à 550 W) enroulée autour de l'élément chauffant 3 fixé en position par le loquet 4. Les vapeurs d'huile montent dans le collecteur 5, sont rabattues vers le bas par le déflecteur 6 et se condensent sur la paroi 7 refroidie par une chemise d'eau 8. Le vide préliminaire est fait par le raccord 9 dans lequel est intercalé un « piège » à mercure 10 pour le cas où le vide préliminaire serait fait avec une pompe à condensation de mercure. La communication 11 avec l'enceinte à vider est protégée des vapeurs d'huile par le condensateur hélicoïdal 12, tandis que les déflecteurs 13 les empêchent de remonter directement de la chaudière entre le collecteur 5 et la paroi 7. Les joints 14 sont mastiqués. Cette pompe contient 100 cm<sup>3</sup> d'huile; elle peut abaisser un vide préliminaire de 0,1 mm de mercure jusqu'à 0,000 001 mm; sa vitesse d'extraction est de 35 l par seconde.

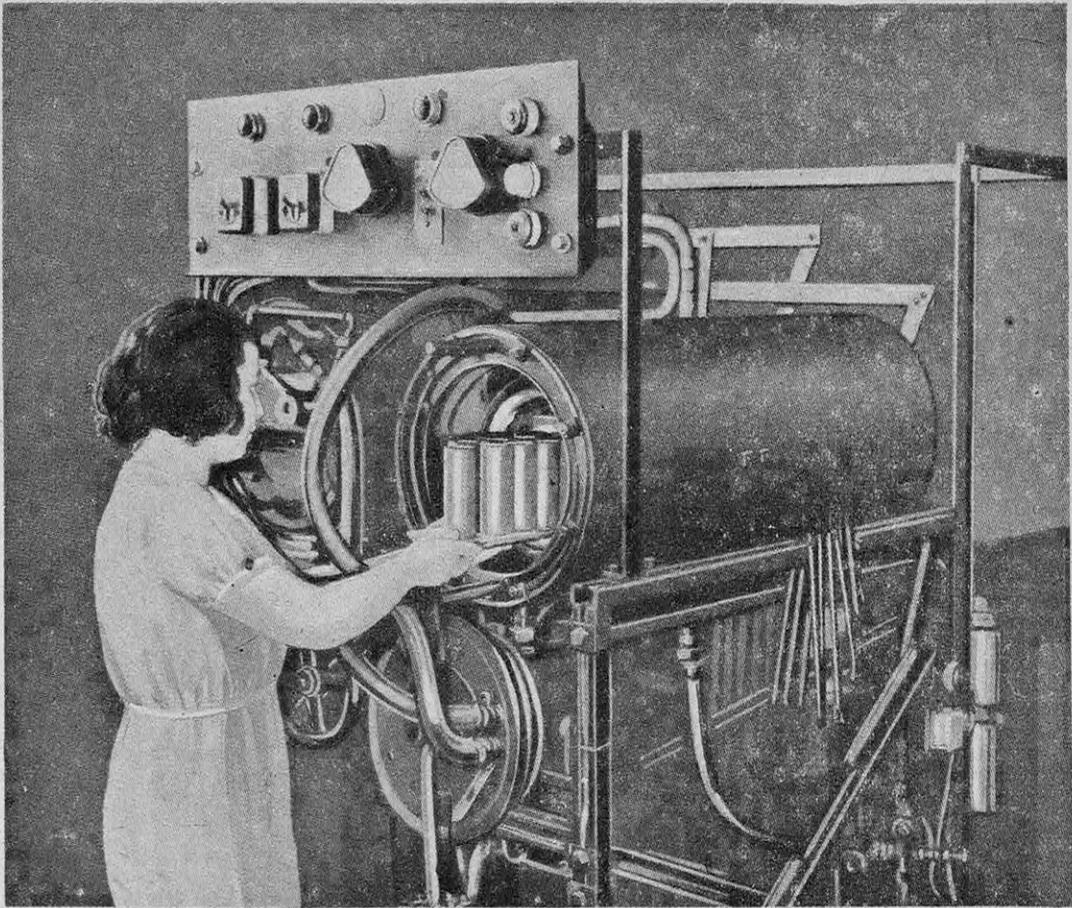


FIG. 4. — FOUR A VIDE POUR LA FUSION DES ANODES

Les anodes pour tubes à rayons X ne doivent contenir aucun gaz susceptible d'altérer la perfection du vide des ampoules. Pour cela, elles doivent être fondues dans des fours spéciaux dans lesquels un vide poussé doit être maintenu pendant toute la durée de l'opération (Compagnie Générale de Radiologie).

la propriété que possèdent les molécules d'un liquide (mercure ou huile) volatilisé par chauffage de se condenser sur des parois froides et d'entraîner dans leur course vers ces parois froides des molécules de gaz résiduel. Il est essentiel en effet de n'opérer que sur les gaz résiduels, c'est-à-dire lorsque le vide est déjà très poussé. En fait, cette condition n'est pas absolument indispensable avec des pompes à condensation utilisant de la vapeur de mercure, mais ces pompes tendent à disparaître pour deux raisons : 1° leur vide extrême est limité par la haute tension de vapeur du mercure (1) et nécessite l'emploi d'air liquide pour condenser ces vapeurs ; 2° les vapeurs de mercure non condensées attaquent certaines parties de l'appareillage, et notamment tout ce qui est cuivre ou laiton.

Il y a cinq ans, les pompes à vapeur d'huile présentaient un inconvénient grave. Lorsque l'appareil vidé présentait une fuite accidentelle, de l'air froid pénétrait dans la pompe à condensation, et l'huile bouillante, au contact de cette masse d'air, s'oxydait et devenait, à la longue, impropre au bon fonctionnement de la pompe. Cet inconvénient n'existe plus depuis la découverte d'une huile synthétique (par les labo-

(1) 0,0004 mm de mercure à 0°.

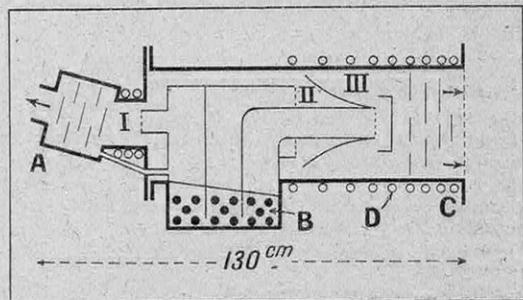


FIG. 5. — POMPE A DIFFUSION D'HUILE A GRAND DÉBIT DU CYCLOTRON DE ZURICH

Cette pompe, mise en communication par le raccord A avec deux pompes préliminaires, est à trois étages, représentés par I, II et III ; l'huile, contenue dans le réservoir B, qui comporte les éléments de chauffage, est automatiquement fractionnée ; la fraction la plus volatile servant à actionner le premier étage (I), tandis que l'huile qui parvient au dernier étage (III) ne contient plus que les constituants de faible tension de vapeur. Le raccord avec le cyclotron est indiqué en C, D représentant les tubes de réfrigération par eau. La vitesse de pompage de ce groupe est de l'ordre de 1 000 l par seconde, à une pression de 0,000 05 mm de mercure.

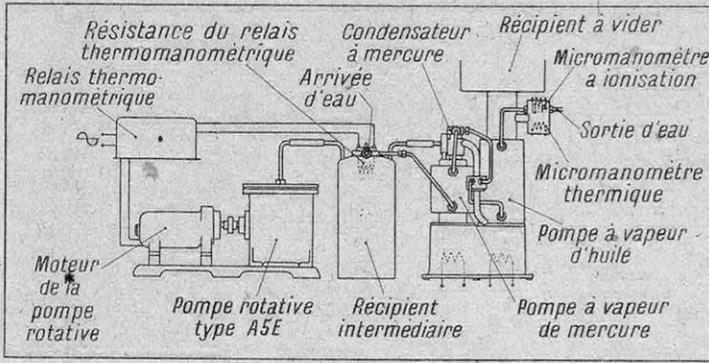


FIG. 6. — GROUPE DE POMPAGE AUTOMATIQUE DE LA COMPAGNIE GÉNÉRALE DE RADIOLOGIE (SCHÉMA DE PRINCIPE)

ratoires Kodak, à Rochester aux U. S. A.) qui, appelée *Octoil*, est un éthylhexylphthalate à tension de vapeur négligeable et bout à  $122^{\circ}$  C, lorsque la pression est de l'ordre de 0,01 mm de mercure ; une entrée d'air en plein fonctionnement ne « carbonise » pas cette huile. Des modèles à très grand débit — plusieurs centaines de litres par seconde — ont été mis au point, ces dernières années, afin de pouvoir vider rapidement des appareils de grande capacité, comme les cyclotrons ou les fours à vide (fig. 4). Le schéma de la figure 5 représente un modèle à trois étages capable d'évacuer 1 000 l d'air par seconde à la pression de 0,000 01 mm de mercure.

Nous avons vu que les pompes à très basse pression (pompes à vapeur d'huile, pompes moléculaires) ne peuvent fonctionner normalement qu'à condition d'avoir réalisé un vide préalable à l'aide d'une pompe fonctionnant à partir de la pression atmosphérique (pompe à palettes, pompe à vapeur de mercure). Une installation complète de pompage, comprenant également les appareils de mesure utilisés aux divers degrés de vide et les appareils de contrôle et de commande automatique des différentes pompes, nécessite donc un appareillage assez complexe, dont peuvent donner une idée le schéma de la figure 6 et la photographie de la figure 7.

### L'étanchéité ; la recherche des fuites

Il ne sert à rien d'employer une série de pompes et d'appareils perfectionnés à ce point, si l'étanchéité absolue de l'enceinte à vider n'est pas assurée.

Le problème de l'étanchéité est très difficile à résoudre, surtout lorsqu'il s'agit d'une installation démontable comportant des joints de toutes sortes, et la recherche des fuites dans une telle installation est une opération extrêmement complexe, exigeant de la part des chercheurs plus de patience, de persévérance et de concentration qu'il n'est nécessaire en aucune autre profession : il faut généralement à un groupe de chercheurs exercés entre un et cinq mois pour arriver à une étanchéité suffisante pour obtenir un vide de l'ordre de 0,000 001 mm de mercure dans un cyclotron, par exemple. Seul un long apprentissage peut initier à cet art de la recherche et de la suppression des fuites : les rodages demandant des connaissances sur le polissage fin, le bon graissage d'une pièce n'est

pas un simple détail, et le serrage d'un joint en caoutchouc doit être exactement dosé. La suppression d'une fuite que l'on perçoit à l'oreille ou à la vue (bulles d'air ou de savon) n'est qu'un dégrossissage enfantin, et les fuites capillaires des pièces fondues causent maintes difficultés aux chercheurs. Les appareils modernes démontables sont bien plus complexes que les belles installations en verre d'autrefois, où seuls les robinets et les rodages pouvaient fuir et pour lesquelles, si une soudure mal recuite donnait parfois un peu de mal, la bobine de Tesla localisait vite, par une lueur, le point faible (fig. 8). Aussi, tandis qu'aux appareillages anciens il était demandé de « tenir » le

vide aussi longtemps que possible, doit-on se tenir pour satisfait, avec un appareil moderne démontable, que celui-ci « tienne » le vide pendant que les pompes fonctionnent. On pourrait certainement arriver à lui faire tenir le vide après pompage, mais les efforts à fournir dans ce but seraient disproportionnés par rapport à l'avantage acquis.

Il existe depuis quelque temps une nouvelle technique de détection des fuites, qui utilise un spectrographe relié à l'appareillage à vider. On promène tout autour de l'enceinte vidée un jet d'hélium : dès que l'on observe au spectrographe l'apparition des raies de l'hélium, on



FIG. 7. — VUE D'UNE SALLE DE POMPAGE POUR LA FABRICATION D'AMPOULES A RAYONS X (COMPAGNIE GÉNÉRALE DE RADIOLOGIE)

peut être sûr qu'il existe une fuite aux environs de l'endroit où le jet d'hélium a frappé. S'il est nécessaire, pour mieux localiser la fuite, on renouvelle l'observation après avoir attendu le temps nécessaire pour que les pompes éliminent l'hélium et que les raies disparaissent.

**La mesure du vide**

Les appareils de mesure que nous allons étudier sont d'un grand secours dans la recherche des fuites.

Nous laisserons de côté les jauges micro-manométriques, qui n'ont plus qu'un intérêt historique, comme celle de MacLeod (fondée sur la mesure directe de la pression sur une masse de gaz prélevée dans l'appareil, après réduction du volume de cette masse dans un rapport connu), celle de Knudsen (à répulsion de feuille d'or), etc... Le vide est maintenant mesuré par des moyens électriques.

A partir de la pression atmosphérique jusqu'à quelques baryes (1), on utilise couramment la *jauge de Pirani* (fig. 10), constituée par une suite d'éléments thermoélectriques dont une des soudures est maintenue à une température fixe, celle de l'autre soudure variant avec le degré de vide, ce qui résulte du fait que la température de ces soudures « froides » est fonction du transport d'énergie par les molécules du gaz de l'enceinte et, partant, du nombre de ces molécules, donc du degré de vide de l'enceinte. Pour un degré de chauffage déterminé des soudures paires, la différence de potentiel de celles-ci

(1) La *barye* est l'unité de pression c. g. s.; elle vaut environ un milliardième d'atmosphère.

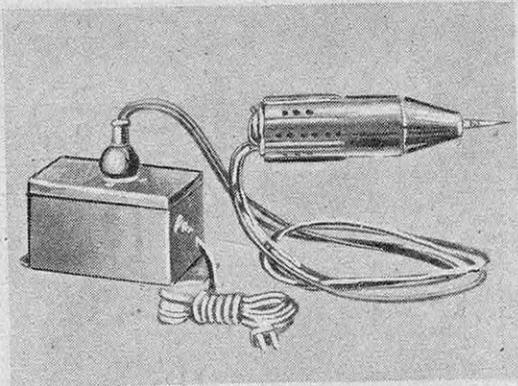


FIG. 8. — LA RECHERCHE DES FUITES PAR LA BOBINE DE TESLA

Une enceinte en verre vidée pouvant être considérée comme un tube de Geissler, si on en approche le pôle d'un alternateur à haute fréquence, tel qu'une bobine de Tesla, sera le siège de phénomènes lumineux, plus intenses à l'endroit où une fuite créera une densité locale plus forte des molécules.

par rapport aux impaires donnera (suivant un étalonnage préalable) la pression du gaz dans l'enceinte.

La jauge de Pirani n'est sensible que pour des pressions comprises entre 1 et 0,001 mm de mercure. Lorsque la pression atteint cette limite, on peut mettre en circuit un appareil plus sensible, mais très fragile : la *jauge à ionisation*.

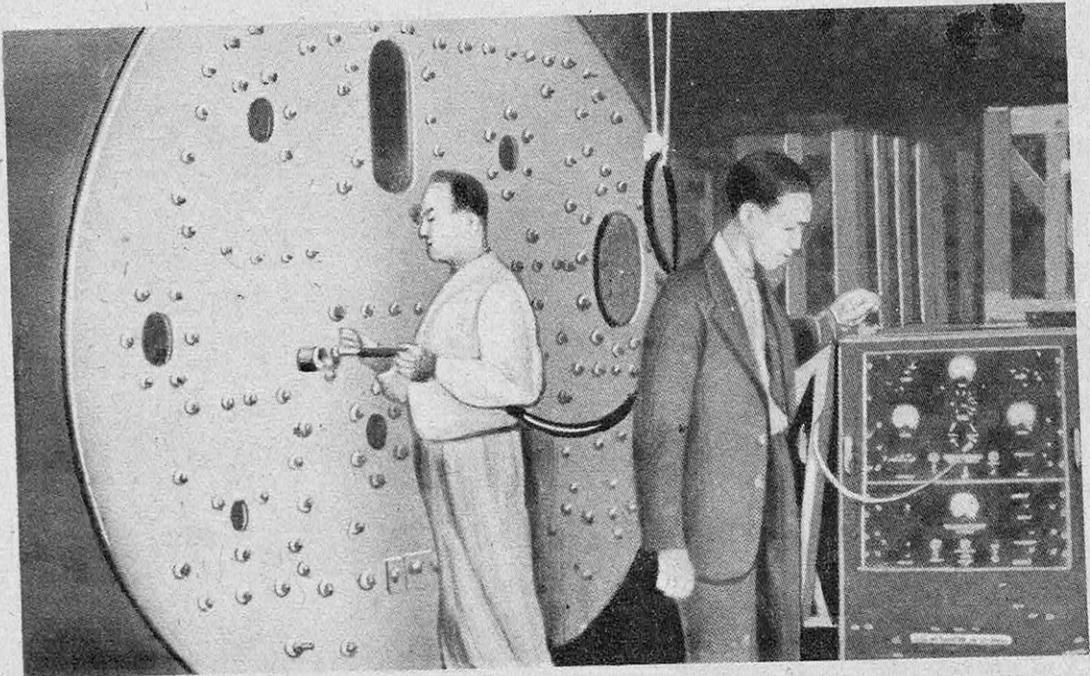


FIG. 9. — DÉTECTION SPECTROSCOPIQUE DES FUITES PAR INJECTION D'HÉLIUM

Un jet d'hélium étant projeté sur l'enceinte continuellement vidée, on observe sur la plaque d'un spectrographe l'apparition des raies d'hélium correspondant à l'entrée du gaz dans l'appareillage par un joint défectueux.

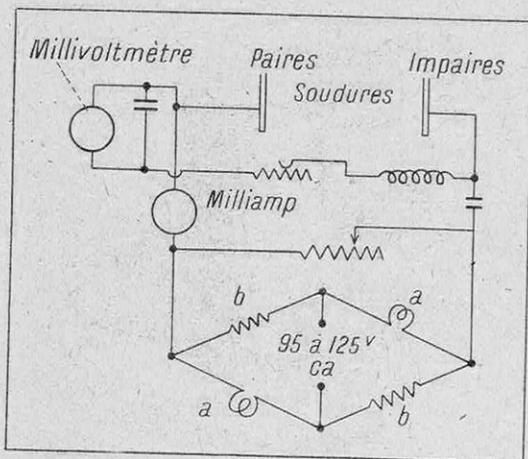


FIG. 10. — SCHEMA DE LA JAUGE DE PIRANI, MICRO-MANOMETRE A FIL CHAUD

La jauge de Pirani est formée d'une suite de couples thermoélectriques dont les soudures paires sont maintenues à une température connue; les soudures impaires, placées dans l'enceinte où l'on veut mesurer le vide, se refroidissent par convection, et leur température s'établit en fonction du nombre de molécules qui captent leur énergie calorifique, donc en fonction du degré de vide. Cette différence de température entre les soudures consécutives crée une différence de potentiel entre les extrémités de la chaîne, mesurée par un millivoltmètre placé de façon que le courant alternatif de chauffage soit sans influence sur lui et étalonné directement en pressions.

Cet appareil consiste en une lampe à trois électrodes. Il est généralement démontable, afin de permettre le changement du filament, dont la vie est très brève, en cas de fuite accidentelle. La figure 11 donne le schéma de montage. Le courant plaque étant maintenu constant, la mesure du degré de vide est faite par la lecture

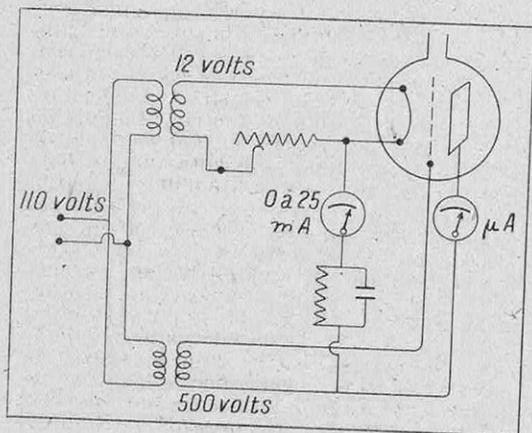


FIG. 11. — JAUGE MICROMANOMETRIQUE A IONISATION

Le courant plaque étant maintenu constant et contrôlé par le milliampère, la mesure du degré de vide est faite par la lecture du courant grille, courant d'ionisation qui, tendant vers zéro avec le nombre de molécules présentes dans l'enceinte à vider, est mesuré grâce à un microampère.

du courant grille, qui tend vers zéro avec le nombre de molécules présentes dans l'enceinte à vider. A courant électronique constant, le courant d'ionisation détecté par la grille est fonction de la pression du gaz et de la nature du liquide de la pompe à diffusion. Ce courant d'ionisation est lu sur un microampère.

Aux difficultés provenant de la multiplicité des appareils nécessaires aux différentes valeurs du vide et de la fragilité du filament de la jauge, s'ajoute l'inertie, qui rend encore plus délicate la recherche des fuites. On devrait pouvoir instantanément observer une diminution dans le courant grille sitôt que l'on applique, par exemple, une mince couche de vernis (picéine dans xylol) sur une fuite « capillaire ». On devrait s'apercevoir instantanément que l'on vient de

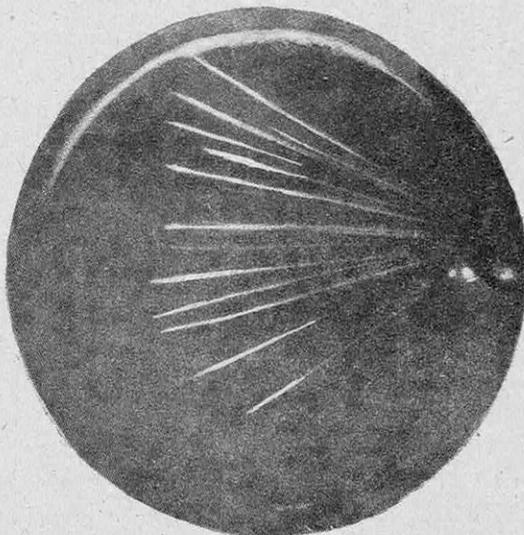


FIG. 12. — IONISATION PAR RAYONS ALPHA RENDUE VISIBLE PAR LA CONDENSATION DE GOUTTELETTES D'EAU DANS UNE CHAMBRE DE WILSON

créer une fuite minime en essayant d'en boucher une autre. Toute inertie dans cette « réponse » fait perdre un temps précieux. Un nouvel appareil de mesure, l'alphatron, répond à ces conditions.

### L'alphatron (1)

On sait que les substances radioactives comme le radium, le polonium, le thorium, etc..., émettent des rayons alpha (noyaux d'hélium), bêta (électrons) et gamma (photons électromagnétiques de très courte longueur d'onde). Les premiers sont éminemment absorbables. Ainsi les rayons alpha émis par une source de polonium sont absorbés complètement par 5 cm

(1) Bien que la jauge micromanométrique décrite dans cet article ait été nommée alphatron par ses inventeurs américains, il est probable que cette appellation lui sera enlevée pour être consacrée de préférence à un nouvel appareil à haute tension constitué par des surfaces isolées chargées au moyen de très fortes sources de rayons alpha, sources fournies par des piles atomiques ou la capture des neutrons par du bismuth donnera du polonium synthétique.

d'air à la pression atmosphérique, ou par une feuille de papier à cigarette. La figure 12 montre l'ionisation de ces rayons concrétisée par la condensation de gouttelettes d'eau dans une chambre de Wilson. Si l'air entourant la source est à une pression inférieure à la pression atmosphérique, le parcours des rayons augmente à mesure que baisse la pression, car ce parcours est conditionné par la fréquence moyenne des chocs que subit chaque particule alpha avec les molécules qu'elle rencontre et auxquelles elle transmet une partie de son énergie cinétique ; si le parcours augmente, c'est que le nombre moyen de chocs par centimètre de parcours diminue. Comme l'ionisation est fonction du nombre de chocs, on voit que, sur une fraction donnée de son parcours — par exemple sur 1 cm — le courant d'ionisation dépendra du nombre de molécules présentes et, par conséquent, du degré de vide. L'alphanon utilise la mesure

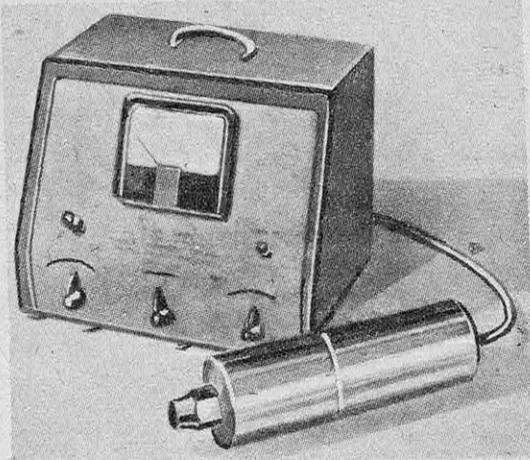


FIG. 14. — ASPECT EXTÉRIEUR DE LA JAUGE « ALPHATRON »

La jauge proprement dite, contenant une quantité minuscule de radium et le premier étage d'amplification du courant d'ionisation provoqué par l'émission des rayons alpha et d'intensité proportionnelle à la pression, est reliée à un coffret contenant les amplificateurs et le galvanomètre.

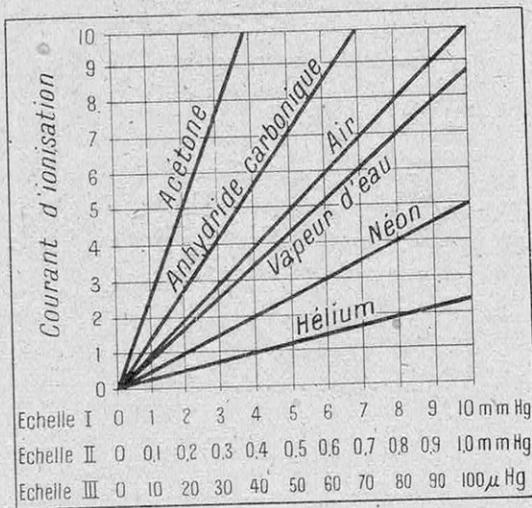


FIG. 13. — ÉCHELLE D'ÉTALONNAGE DE LA JAUGE « ALPHATRON »

Ce graphique donne, pour les différents gaz pouvant être contenus dans l'enceinte où la pression est abaissée en fonction du courant d'ionisation mesuré, la pression existant dans l'enceinte aux trois sensibilités de l'appareil (0 à 10 mm de mercure, 0 à 1 mm, 0 à 0,1 mm). On voit que la pression est directement proportionnelle à l'intensité du courant d'ionisation, et que l'appareil est gradué de telle façon que, lorsque l'appareillage contient de l'air sec, la pression peut être lue directement sur le microampèremètre, indiquant l'intensité du courant d'ionisation.

du courant d'ionisation produit, dans une enceinte mise en communication avec l'appareillage à vider, par une source de rayons alpha. Bien entendu, la nature chimique des molécules interviendra également, et l'appareil devra être étalonné avec différentes substances. Les droites du diagramme de la figure 13, établies pour différents gaz, montrent que la relation est linéaire entre la pression et le courant d'ionisation. Cette proportionnalité, qui se retrouve dans les trois sensibilités de l'appareil,

offre un grand avantage sur les indications « curvilignes » données par les Pirani ou les jauges à trois électrodes. Le phénomène mis en jeu est donc très simple, et on y avait déjà pensé, mais il fallait l'amener au stade industriel. Les Américains nous ont devancés encore une fois dans la réalisation.

La figure 14 montre la nouvelle jauge reliée à son appareil de mesure. La source de rayons alpha est constituée par une quantité minuscule de radium contenue dans une ampoule scellée. Une partie de cette ampoule doit être assez mince pour laisser passer les rayons alpha en fin de parcours. Ce dispositif est avantageux, car il permet d'utiliser les phénomènes d'ionisation provoqués par les particules alpha avec d'autant plus d'intensité qu'elles sont plus proches de leur fin de parcours. Il permet également d'isoler l'enceinte où l'on mesure ce courant d'ionisation, et qui est en communication avec l'appareillage vidé, de toute contamination par le radon, gaz émis constamment par le radium. La plus grande difficulté qu'il a fallu vaincre réside dans la fragilité d'une « fenêtre » assez mince pour permettre le passage des rayons alpha et assez solide pour soutenir une différence de pression entre ses faces. La seconde difficulté est celle de l'amplification « économique » de ce faible courant d'ionisation pour la rendre lisible avec un appareil robuste.

Cet appareil est sensible et donne des indications linéaires à partir d'une pression de 10 mm de mercure jusqu'à un millionième de millimètre, qui est la plus basse pression que l'on peut obtenir au laboratoire, pression qui, notons-le, est encore éloignée du vide interstellaire et ne peut être comparée qu'à celle qui règne dans les queues éphémères mais visibles des comètes.

# A CÔTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

par V. RUBOR

## SAPHIRS.

### SYNTHÉTIQUES

L'INDUSTRIE des saphirs synthétiques s'est beaucoup développée en Grande-Bretagne, depuis 1942, pour satisfaire l'importante demande de pivots pour les instruments de précision utilisés dans les engins de guerre. Ces saphirs se présentent sous la forme de gros cristaux homogènes de corindon (oxyde d'aluminium). Le corindon est un des corps les plus durs que l'on connaisse, n'étant dépassé de ce point de vue, dans l'échelle minérale, que par le diamant. Le corindon synthétique pur a la limpidité de l'eau, mais l'addition de traces d'oxydes métalliques peut lui donner la teinte caractéristique du saphir (bleu, traces d'oxyde de cobalt) ou du rubis (rouge foncé, traces de chrome). Ces produits sont chimiquement identiques aux produits naturels et, observés à la loupe, n'en diffèrent que par l'absence des défauts qui sont inévitables sur les pierres « vraies ». Au microscope, cependant, on peut y observer de petites bulles de gaz, qui ne diminuent pas leur beauté et ne gênent pas dans leurs applications pratiques.

Les premiers corindons synthétiques avaient une forme ovale de quelque 16 mm sur 50 ou 75 mm, et la confection des pivots s'effectuait par taille et meulage, opérations longues et délicates qui consommait une quantité appréciable de diamant et de corindon. On sait aujourd'hui fabriquer le saphir artificiel en minces bâtonnets de 1,5 à 3 mm de diamètre, qu'il suffit de scier à l'épaisseur désirée.

Les cristaux sont obtenus en amenant une poudre finement moulue d'alumine dans une flamme de chalumeau oxyhydrique. Les particules sont fondues et se déposent sur une plaque d'argile réfrac-

taire où le cristal unique se constitue peu à peu.

Une technique nouvelle, qui n'est pas encore entrée dans la pratique industrielle, est la préparation, suivant un procédé analogue, des rubispinelles synthétiques, à base d'aluminate de magnésie. On peut, comme le corindon, les obtenir soit incolores, soit très diversement colorés. Ces spinelles sont plus légères et, bien que moins dures que le corindon, le sont plus que l'acier, le verre et le quartz et conviennent aussi très bien pour la confection des pivots.

### POUR MESURER LA VITESSE DES AVIONS

LA mesure de la vitesse à bord d'un avion s'effectue à l'aide d'appareils appelés anémomètres. Ceux utilisés communément mesurent essentiel-

lement la différence entre la pression dynamique produite dans un tube exposé au courant d'air relatif (tube de Pitot), et la pression statique telle qu'elle règne par exemple dans l'habitacle. La mesure ainsi faite donne en réalité une indication proportionnelle au produit de la densité de l'air par le carré de la vitesse; cette densité est elle-même fonction de la pression et de la température. Il faut donc corriger la lecture en tenant compte de ces deux facteurs.

Pendant la guerre a été mis au point en Amérique un indicateur donnant, par simple lecture, la vitesse exacte de l'avion. Il remplace en quelque sorte la règle à calcul du navigateur et supprime ainsi les erreurs qui lui sont dues.

L'instrument comprend essentiellement trois capsules manométriques, la première don-

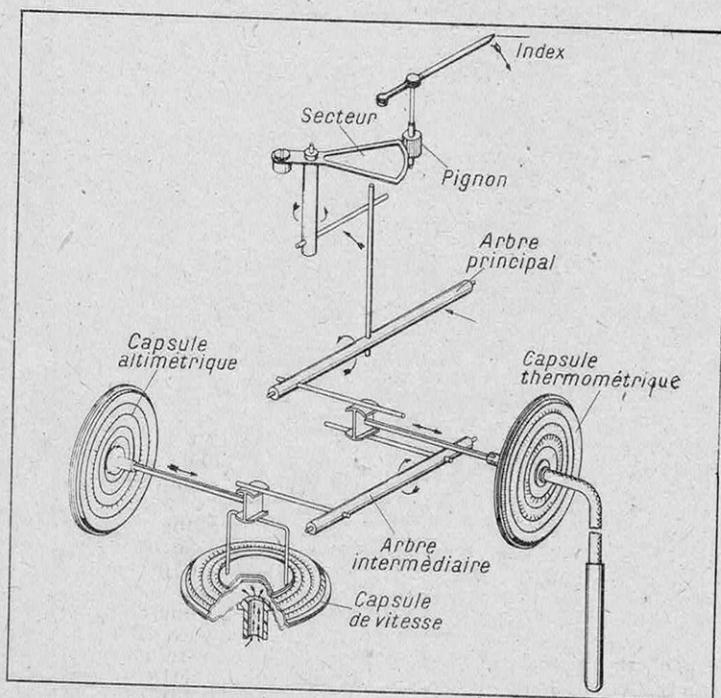


FIG. 1. — SCHEMA DE FONCTIONNEMENT DE L'INDICATEUR DE VITESSE VRAIE KOLLSMANN

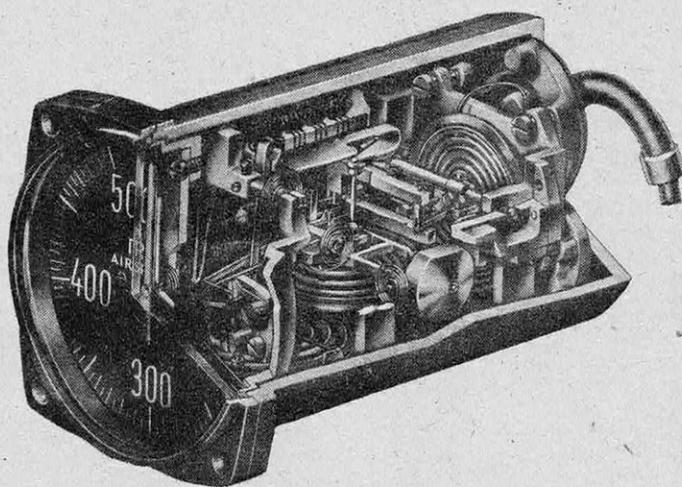


FIG. 2. — L'INDICATEUR DE VITESSE VRAIE KOLLSMANN

nant la pression dynamique, la seconde, vidée d'air, donnant la pression statique ou l'altitude, tandis que la troisième est une capsule thermométrique. Ces trois pièces sont reliées entre elles par un ensemble d'arbres, de leviers et de pignons qui transmettent les déplacements à l'aiguille du cadran.

Lorsque la vitesse de l'avion augmente, la pression dynamique, qui s'exerce à l'intérieur de la capsule de vitesse par l'orifice du tube de Pitot, dilate cette capsule, déplaçant ainsi tout le système de leviers, et par là même l'index.

De même, si l'altitude croît ou décroît, la pression statique varie, entraînant l'extension ou la contraction de la capsule altimétrique, dont le mouvement déplace le point d'application de l'effort exercé par la capsule de vitesse, raccourcissant ou augmentant le bras du levier d'un arbre intermédiaire, afin de corriger les indications de l'index en fonction de l'altitude.

Les variations de température influant sur la densité de l'air, il est nécessaire de tenir compte également des modifications qu'elles apportent aux indications du tube de Pitot. Si la température baisse, la capsule thermométrique se contracte, entraînant dans son déplacement la liaison entre l'arbre intermédiaire et l'arbre principal et transmettant ainsi à l'index les corrections dues

à ces variations thermiques.

Tous les facteurs influant sur la mesure de la vitesse se trouvent ainsi compensés automatiquement et le pilote n'a plus qu'à lire l'indication du cadran pour connaître exactement la vitesse avec laquelle il vole.

Cet indicateur de faible encombrement se fixe à la planche de bord. Sa limite est de 10 000 m d'altitude et la température peut varier entre + 71° et - 54°. Il s'est montré très utile dans les opérations de bombardement ; il aura le même intérêt en aviation commerciale.

## LA VISION STÉRÉOSCOPIQUE PAR POLAROÏDS

LE principe de la vision en relief par examen simultané, par chacun des yeux, d'une vue d'un couple stéréoscopique est chose aujourd'hui connue de tous. On en connaît également les variantes et en particulier les *anaglyphes* qui consistent à imprimer sur une même feuille une des images du couple en rouge et l'autre en vert ; si l'on regarde cette image avec une lunette dont un verre est rouge (celui correspondant à l'image verte) et l'autre vert (celui correspondant à l'image

rouge), on a ainsi la restitution du relief.

Un procédé fort intéressant consiste à faire appel aux filtres polarisants du type hérapatite (formés par des cristaux orientés de sulfate de iodoquinine), ou *polaroids*. Ces filtres, possédant les propriétés bien connues de la tourmaline, polarisent la lumière, c'est-à-dire ne laissent subsister la vibration lumineuse que dans un seul plan passant par son axe de propagation, de sorte que, si l'on croise à 90° deux verres de ce type, l'obscurcissement est total (1).

Cette propriété a été utilisée pour le cinéma en relief. Les deux vues d'un couple stéréoscopique sont alternativement projetées, au travers de deux filtres polarisants décalés l'un par rapport à l'autre de 90°, sur un écran métallisé spécialement conçu pour que la diffusion dépoliarise le moins possible la lumière reçue par lui. Si le spectateur est muni d'une lunette à polaroids dont les deux verres sont également décalés à 90° l'un de l'autre, chacun de ses yeux ne voit que l'image du couple qui lui correspond, d'où restitution du relief.

Une ingénieuse adaptation de ces divers moyens a été faite par R.-W. Stamm, de la Westinghouse X. Ray Co, pour l'examen de photographies à effet de relief au moyen de lunettes polarisantes. Ce procédé utilise un système formé de deux filtres de polaroid et d'un miroir semi-transparent, au moyen duquel les projections séparées des deux vues du couple de la photographie aux rayons X peuvent être superposées. Le système est uniformément éclairé au moyen de lampes fluorescentes, et l'observateur examine la photographie ainsi transformée au moyen de lunettes polarisantes à filtres décalés de 90°. La vision en relief est excellente.

D'autre part, M. L.-P. Clere a présenté, le 28 juin dernier, à la Société française de Photographie des vues où les deux épreuves d'un couple stéréoscopique sont réalisées sur un support aluminé réflecteur

(1) Plus exactement, on peut dire que la polarisation supprime la symétrie de révolution que possède autour de son axe de propagation une lumière non polarisée, en ne laissant subsister qu'une symétrie par rapport à deux plans rectangulaires. (Voir *Science et Vie*, n° 224, p. 453, et 245, p. 397.)

avec couche polarisante interposée. L'examen de ces photographies avec une lunette polarisante donne instantanément le relief. Les résultats en sont tout à fait remarquables et correspondent à la vision obtenue avec un bon stéréoscope bien éclairé; ce dispositif nécessite simplement le port de lunettes polarisantes.

## FOURS SOLAIRES

À LA surface de la Terre, le rayonnement solaire fournit, par centimètre carré, normalement à sa direction, en l'absence de toute absorption, une puissance de 0,135 W. Ce n'est pas d'aujourd'hui que l'on a songé à la concentrer optiquement, soit pour obtenir de l'énergie mécanique, soit pour porter des corps à de très hautes températures. On pourrait évoquer à ce propos Archimède. Rappelons seulement que Lavoisier, avec une lentille creuse de 1,3 m de diamètre, remplie d'alcool, réalisa la fusion du fer et atteignit même le seuil de la fusion du platine (1773° C).

Avant la guerre, W. M. Cohn, utilisant le grand miroir de 2,5 m de diamètre de l'observatoire du mont Wilson aux États-Unis, est parvenu à fondre le zircon. Tout récemment, MM. F. Trombe, M. Fœx et M<sup>lle</sup> C. Henry La Blanchetais ont utilisé les miroirs paraboliques de 2 m de diamètre et de 0,85 m de distance focale de certains projecteurs qui, installés à l'observatoire de Meudon et braqués vers le Soleil, ont permis de réaliser d'intéressantes expériences. La puissance recueillie, qui peut dépasser 3 kW, est rassemblée sur une image du Soleil à peine supérieure à 0,5 cm<sup>2</sup>. En admettant une constante solaire de 0,1 W/cm<sup>2</sup> (puissance reçue par 1 cm<sup>2</sup> normalement au rayonnement) et un facteur de transmission de 0,8, le calcul montre que l'on doit obtenir une température de 5 200° K (K, initiale de Kelvin, désigne les températures comptées à partir du zéro absolu, — 273° C environ).

On est limité en pratique par les phénomènes d'évaporation et de sublimation. Ainsi, un corps noir, pratiqué dans une tige de graphite calorifugée latéralement et placé au foyer du miroir, atteint 3 500° K. On

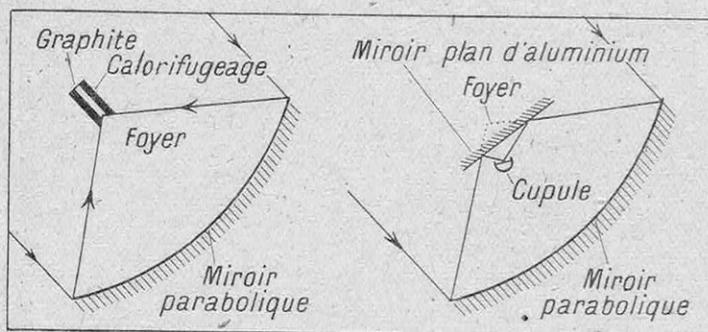


FIG. 3 ET 4. — SCHÉMAS DE FOURS SOLAIRES : A GAUCHE, POUR LA SUBLIMATION DU GRAPHITE ; A DROITE POUR LA FUSION DE CORPS DIVERS

observe la formation, dans la région focale, d'un cratère important, entouré d'une zone de condensation de houppes de graphite, traduisant la sublimation du carbone. La figure 3 montre la disposition adoptée pour cette expérience. Il est possible, grâce à la disposition de la figure 4, de réaliser la fusion de corps divers. On envoie, en effet, le rayonnement vers le bas à l'aide d'un miroir plan en aluminium, refroidi, poli par oxydation anodique. La perte d'énergie qui en résulte est seulement de 15 p. 100 et la diminution de température correspondante de l'ordre de 4 p. 100. On peut opérer soit à l'air libre, en atmosphère oxydante, soit en atmosphère neutre, en utilisant un récipient fermé par une glace en verre de silice très peu absorbant.

Ainsi ont été fondus dans l'air divers corps tels que l'alumine (2 320° K), la chaux (2 850° K), la zircon (2 950° K) la magnésie (3 070° K) et la thoria (3 270° K); en atmosphère neutre : le chrome (2 150° K) et le molybdène (2 850° K).

Signalons aussi qu'une masse de fer de 30 g a été fondue et partiellement volatilisée en moins de 10 secondes.

## OUTILS ARATOIRES POUSSÉS

« METTRE la charrue devant les bœufs » est une expression qui est en passe de perdre beaucoup de sa valeur. Certes, il n'y a pas encore de charrues poussées, mais nos lecteurs connaissent déjà les épieuses-batteuses

américaines et anglaises (1). Nous leur signalons aujourd'hui les bineuses.

Le binage consiste à passer un « fer » (soc) entre deux terres à quelques centimètres de profondeur, pour ameublir le sol et désherber entre les rangs de plantes cultivées, sans toucher celles-ci. L'opérateur doit donc avoir l'œil aussi rapproché que possible du sol. De plus, il doit voir l'avant pour éviter les plants au moyen de mancherons dans les instruments attelés, de leviers ou de volants de direction dans les instruments à moteur.

Il est donc logique d'asseoir le conducteur aussi bas que possible à l'avant d'un châssis avec moteur à l'arrière (fig. 5). Au moyen de tringles ou leviers, il règle les vitesses et l'enfoncement des socs. Les pieds, sur un palonnier, dirigent ce « pousseur » tricycle, dont les roues avant ont la forme d'assiettes, afin d'éviter les à-coups de direction latérale par glissement des jantes.

En culture de racines, cette machine, perfectionnée en Angleterre pour la moyenne culture, peut biner cinq intervalles. Le châssis porteur des socs bineurs peut être remplacé par un semoir, ou par des cou-teaux à décoller betteraves ou rutabagas avant l'arrachage. Il est pratique que ces instruments possèdent le même train en largeur pour suivre les mêmes déviations d'ensemble du semoir.

Les frottements et le poids étant réduits au minimum, surtout par rapport à un tracteur à quatre roues, le moteur peut être de puissance réduite, d'où une économie possible. Mais,

(1) Voir Science et vie, n° 343, avril 1946, p. 191.

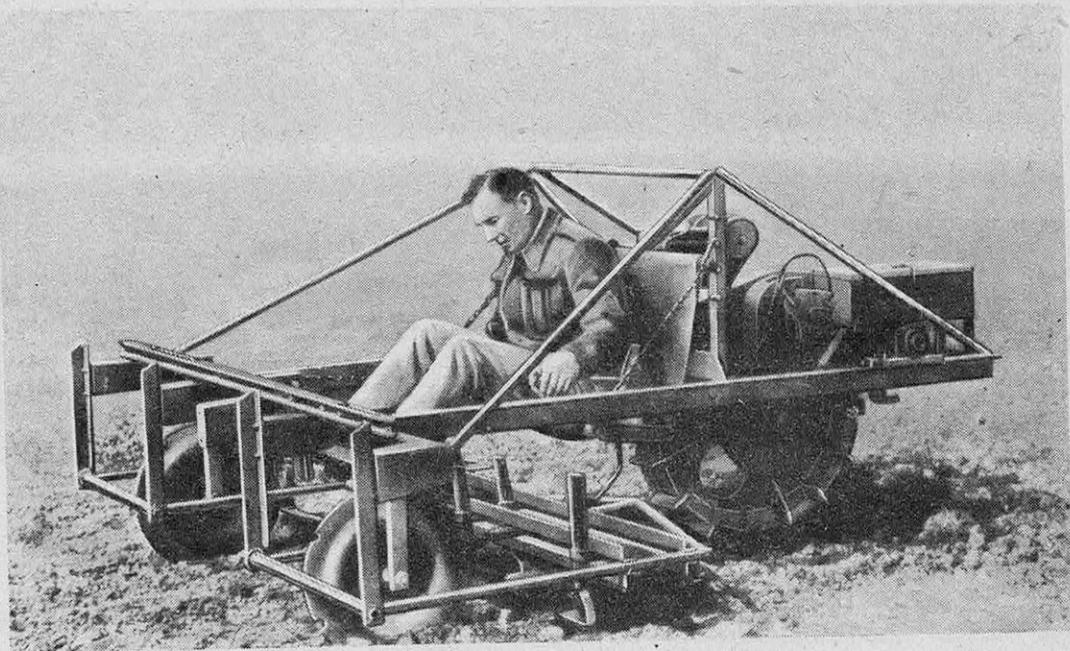


FIG. 5 — LA BINEUSE AUTOMOBILE « MIDGET »

même s'il rendement mécanique ou pécuniaire n'est pas meilleur qu'avec un attelage, un tel engin économise au moins au conducteur la fatigue de la marche et augmente sensiblement la précision du binage.

**PNEUMATIQUES  
A PRESSION  
VARIABLE EN MARCHÉ  
SUR UN AMPHIBIE  
BRITANNIQUE**

LA préparation du débarquement de Normandie a posé de multiples problèmes de technique industrielle, parmi lesquels ceux concernant les véhicules lourds amphibies sont dignes d'être soulignés pour les solutions parfois très originales qui ont pu leur être données.

C'est ainsi que, dès 1942, la firme britannique Thornycroft fut chargée par le Ministry of Supply de l'étude d'un engin capable de porter une charge de 5 t, de gagner la côte par ses propres moyens, de prendre pied sur une plage de sable ou de galets, de parcourir quelques kilomètres en terrain varié et, son chargement dé-

posé, de retourner jusqu'au bateau de débarquement au large, pour en prendre un nouveau. Sur ces données fut réali-

sé le « Terrapin I » qui fit d'excellent travail en Normandie et en Hollande et servit au développement d'un

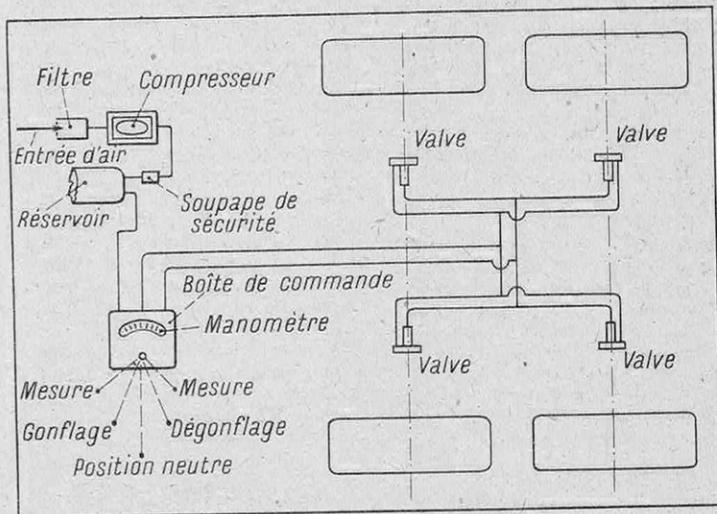


FIG. 6. — SCHEMA DE PRINCIPE DU SYSTEME DE VARIATION DE LA PRESSION DE GONFLEMENT DES PNEUMATIQUES PENDANT LA MARCHÉ

L'air ambiant, débarrassé de ses poussières par un filtre, est mis sous pression dans un réservoir qui alimente tout le système. De la boîte de commande, à côté du siège du conducteur, partent deux canalisations qui se ramifient et aboutissent aux valves dans le moyeu des roues. L'une de ces canalisations amène l'air sous pression sur les pistons de ces valves, pour en provoquer l'ouverture. L'autre canalisation sert au gonflage, lorsqu'elle est sous pression, et au dégonflage, lorsqu'elle communique avec l'atmosphère et que les valves sont ouvertes.

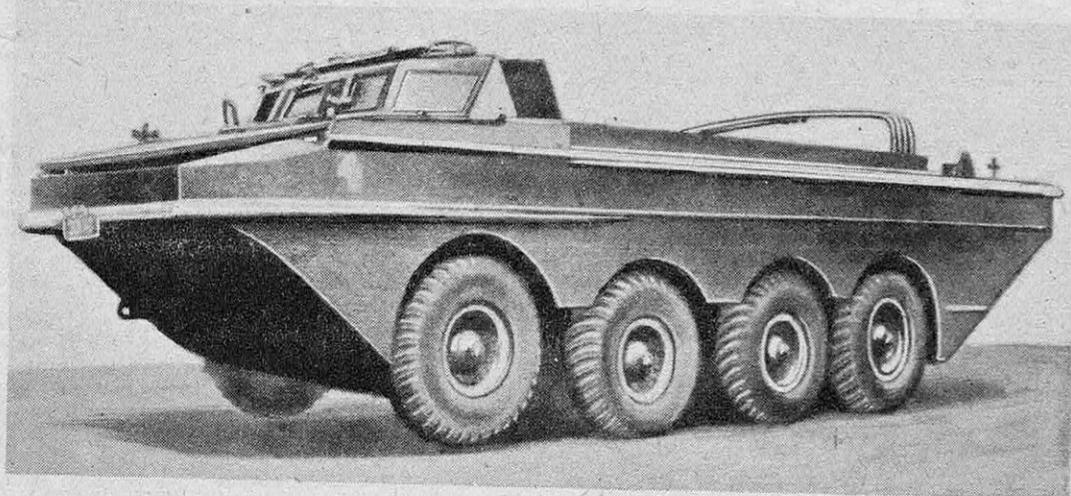


FIG. 7. — LE « TERRAPIN II », VÉHICULE AMPHIBIE A PRESSION DE GONFLEMENT VARIABLE EN MARCHÉ

modèle plus puissant, le « Terrapin II ».

Ce dernier est une sorte de chaland de 9 m de long et 2,60 m de large (fig. 7), capable de recevoir une charge de 6 t ; son poids total en charge est de 16 t. En mer, il atteint une vitesse de 12 km/h et, sur terre, de 32 km/h. Il est monté sur huit roues, toutes motrices, mais, réalisation originale, les quatre roues centrales sont seules utilisées lorsqu'il se déplace en terrain dur. On voit nettement sur la figure 7 que les axes des roues ne sont pas tous dans le même plan et que les roues extrêmes ne touchent pas normalement le sol en terrain plat et résistant. Le véhicule est capable, avec son plein chargement, de gravir la rampe d'un cargo de débarquement, ou de la descendre par ses propres moyens, en marche avant ou arrière, ou de se déplacer rapidement sur une plage de galets. Son aptitude à réaliser à chaque instant la vitesse maximum compatible avec l'état du sol est due à un équipement spécial qui permet au conducteur de faire varier dans de larges limites (entre 1,4 et 2,8 atmosphères) la pression de gonflement des quatre pneumatiques centraux, sans arrêter le véhicule.

La figure 6 représente très schématiquement ce dispositif de variation de pression, qui comprend essentiellement un compresseur alimentant un réservoir, une boîte de commande avec manomètre de contrôle, à la disposition du conducteur, et deux jeux de canalisations

alimentant les valves des pneumatiques.

Lorsque le conducteur met le levier de commande sur la position « gonflage », au moment d'aborder un terrain dur et sans obstacle, l'air comprimé de l'une des canalisations agit sur le piston des valves et les ouvre, permettant ainsi à l'air comprimé de la deuxième canalisation de pénétrer dans le pneumatique. Le conducteur vérifie la pression en mettant le levier sur la position « mesure » et reviendra à la position neutre lorsque cette pression aura atteint la valeur désirée.

Lorsque le conducteur va aborder un terrain difficile, ou une plage de galets ou de sable, il doit réduire la pression de gonflement (ce qui amènera en outre les roues extrêmes au contact du sol). Il met alors le levier sur « dégonflage ». L'air comprimé de la première canalisation agit comme précédemment sur les pistons de valves et les ouvre. Mais la deuxième canalisation étant alors en communication avec l'air libre, le pneumatique se dégonfle. Le conducteur vérifie comme précédemment la pression et remet le levier sur la position neutre quand la valeur désirée est atteinte.

### RESSORT LIQUIDE

L'EMPLOI de ressorts métalliques pour assurer l'élasticité de suspensions mécaniques n'est pas sans inconvénients : les propriétés des métaux utilisés, soumis à un travail continu, ne

demeurent pas en effet semblables à elles-mêmes. En un mot, de tels ressorts vieillissent.

Aussi a-t-on songé à remplacer l'élasticité des ressorts métalliques par la compressibilité des liquides. Ce mode de suspension a déjà équipé un grand nombre d'avions depuis quelques années et s'est développé notamment pendant la guerre. Aujourd'hui on envisage l'extension de son application à tout engin muni de ressorts de suspension ou d'amortisseurs de chocs.

Les recherches poursuivies par la Dowty Equipment, Ltd., dans ses usines de Cheltenham, ont mis en évidence non seulement la compressibilité d'un grand nombre de liquides, mais encore la constance de leurs propriétés après un service de longue durée, ce qui en fait d'excellents amortisseurs de chocs. Le graphique figure 8 permet de comparer le degré

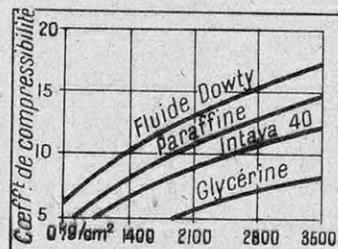


FIG. 8. — GRAPHIQUE DONNANT LES VARIATIONS DU COEFFICIENT DE COMPRESSIBILITÉ DE QUATRE HUILES AVEC LA PRESSION

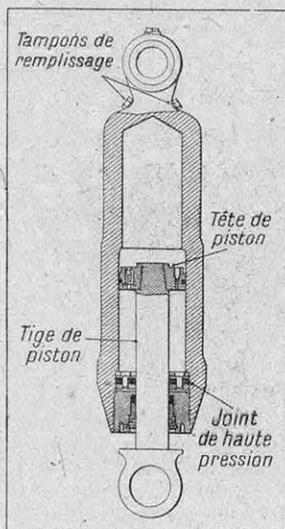


FIG. 9. — COUPE DU RESSORT LIQUIDE

On remarque instantanément le joint étanche à haute pression représenté fig. 10.

de compressibilité de quatre huiles suivant la pression. On remarque en particulier qu'une huile minérale légère spéciale (fluide Dowty) présente un coefficient de compressibilité de 17 % à une pression de 3 500 kg/cm<sup>2</sup>. On envisage d'ailleurs la mise en œuvre de liquides beaucoup plus compressibles.

La construction d'un ressort liquide est particulièrement simple (fig. 9). Il se compose d'un cylindre en acier à haute résistance, plein d'huile et fermé à une extrémité terminée par un anneau de suspension. Un piston comportant un système de valve peut glisser dans le cylindre d'où sa tige sort à travers un joint à haute pression. Elle se termine également par un anneau de suspension. Une rainure remplie de graisse retenue par l'écrou maintenant le joint assure la lubrification de la tige.

Au cours du travail du ressort, la pression appliquée à la tige du piston sollicite celui-ci vers le bas. L'huile est alors comprimée dans le cylindre, traverse en même temps la tête du piston à travers la valve entièrement ouverte dont il est muni, et peut passer dans la partie supérieure de la chambre. Dans le mouvement inverse, l'huile passe avec une vitesse moins élevée

et le retour du piston se trouve amorti. Le freinage constitue un excellent amortisseur de chocs parce que, si, dans son mouvement vers le haut, le piston est soumis à la pression du fluide sur ses deux faces, la force agissant sur sa face supérieure est plus grande que sur la face inférieure. La présence de la tige diminue en effet la surface de la face inférieure.

La tête du cylindre comporte deux tampons de remplissage pour faire le plein d'huile si besoin est ; l'ouverture simultanée des deux tampons assure l'évacuation de l'air au fur et à mesure du remplissage du cylindre.

On conçoit qu'un tel appareil n'aurait aucune valeur si la tige du piston n'était maintenue par un joint d'une grande étanchéité. Ce joint, maintenu entre un épaulement interne du cylindre et un écrou, comporte notamment un disque élastique qui évite toute fuite d'huile.

L'expérience a démontré la sécurité et la résistance de ce dispositif. Monté sur un avion Halifax, il a en effet supporté parfaitement deux atterrissages de fortune ; de plus il a pu assurer cinq cents atterrissages normaux sans nécessiter de soins d'aucune sorte. Une automobile munie de quatre ressorts de ce type parcourut un circuit comportant de nombreuses irrégularités de route, notamment une série de « bosses » qui auraient sévèrement éprouvé des ressorts à lames normaux. La tenue de route de ce véhicule comme le confort des voyageurs se révélèrent excellents.

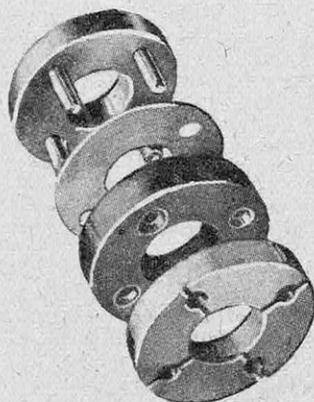


FIG. 10. — ASSEMBLAGE DU JOINT ÉTANCHE DU RESSORT LIQUIDE

## LA « TRISECTION » DE L'ANGLE

NOTONS tout de suite qu'il ne s'agit pas ici de la trisection d'un angle au moyen de la règle et du compas, problème démontré insoluble mais de la construction d'un angle égal au tiers d'un angle donné, sans aucun calcul.

La figure 11 expose le principe du procédé (imaginé par M. Tareb), fondé sur l'emploi de trois réglettes égales OC, BC, BD. On voit tout de suite que les angles marqués 2 sont

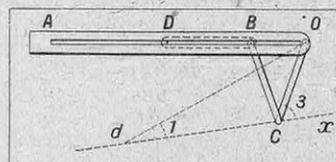
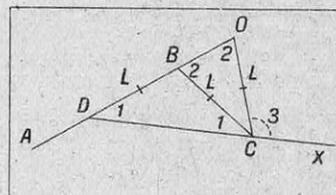


FIG. 11 ET 12. — SCHEMA MONTRANT LA CONSTRUCTION D'UN ANGLE ÉGAL AU TIERS D'UN ANGLE DONNÉ ET RÉALISATION DE L'APPAREIL

On voit immédiatement sur le schéma, que l'angle 3, égal à la somme des angles  $D_1$  et  $O_2$  (ou  $C_1$  et  $B_2$ , car les longueurs OC, OB et BD sont égales), est égal au triple de l'angle  $D_1$ , car l'angle  $B_2$  est égal à deux fois l'angle  $D_1$ ,

doubles des angles 1 et que l'angle 3, somme des angles 1 et 2, est le triple de l'angle 1.

Il suffit de matérialiser cette figure au moyen de bristol pour obtenir l'appareil représenté figure 12. Le côté OC étant posé sur un côté de l'angle OCX dont on veut prendre le tiers, on fera glisser le point D dans la fente de la réglette OA, jusqu'à ce qu'il arrive sur la droite XC en d. L'angle en d est alors égal au tiers de l'angle en C.

Quelques adjonctions à ce dispositif permettent de construire un angle égal à un angle donné divisé par 5, 9, 17, ...  $2^n + 1$ .

V. RUBOR

A l'occasion du  
**SALON INTERNATIONAL DE L'AVIATION**

**" SCIENCE ET VIE "**

a publié un important NUMÉRO HORS SÉRIE :

# **AVIATION 1946**

- \* L'AÉRONAUTIQUE FRANÇAISE
- \* L'AÉRODYNAMIQUE DES GRANDES VITESSES
- \* MOTEURS ET RÉACTEURS
- \* DE L'AVION CARGO A L'AVION TRANSATLANTIQUE
- \* LES AVIONS DE TOURISME ET LES HÉLICOPTÈRES
- \* LES BOMBARDIERS LOURDS
- \* L'AVION D'ASSAUT
- \* LES CHASSEURS A RÉACTION
- \* L'AVION SANS PILOTE
- \* LES AÉROPORTS ET LES LIGNES AÉRIENNES

**CARACTÉRISTIQUES, DESSINS, PHOTOGRAPHIES EN NOIR OU EN COULEUR  
DE TOUS LES AVIONS MODERNES DU MONDE ENTIER — PLUS DE 150 PAGES**

CET OUVRAGE A ÉTÉ RÉALISÉ PAR

**" SCIENCE ET VIE "**

AVEC LA COLLABORATION DE **CAMILLE ROUGERON**

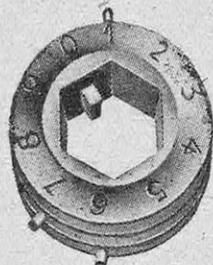
**EN VENTE PARTOUT : 120 FR.**

et à nos bureaux, 5, rue de la Baume, PARIS (8<sup>e</sup>)

Compte de chèques postaux PARIS 1258-63

## ANTIVOL DE ROUES FIXÉCROU

Il a été remarqué à la Foire de Paris et au Salon d'Automne (concours Lépine) un très ingénieux petit appareil qui se pose sur tous les écrous et empêche de dévisser ceux-ci une fois bloqués. Ce qui étonne le plus est que, dans un volume aussi réduit, l'inventeur ait pu le rendre aussi efficace; c'est, en effet, une véritable combinaison de coffre-fort que forme la sûreté à trois chiffres au moyen de bagues en acier indéformables.



Dès que l'appareil est verrouillé, les bagues deviennent folles et peuvent tourner dans tous les sens, ce qui rend impossible le déserrage de l'écrou protégé; cette nouveauté, appelée très justement « FIXÉCROU », n'offre de prise à aucun outil.

À l'intérieur, sous les bagues, un ressort frein rend également impossible la formation de la combinaison sans en connaître le chiffre. Il est appelé à rendre de grands services par ses applications diverses dans le commerce et l'industrie.

La plus formidable de celles-ci est un antivol de roues de voiture (30 mm de diamètre) moins saillant et moins lourd que l'écrou (poids : 25 grammes) et tout en métal inoxydable et indestructible; se fixe sur toutes les voitures de tourisme, et la pose d'un seul par roue suffit pour rendre vaines les tentatives des plus audacieux voleurs.

Fabriqué en grande série par l'inventeur, spécialiste de ce genre de travail, il n'y a pas à douter de la fabrication, malgré les énormes difficultés du moment. Les livraisons sont assurées depuis le 3 octobre, date de l'ouverture du Salon de l'Automobile.

L'efficacité du « FIXÉCROU » se trouve confirmée par les hautes récompenses reçues dans tous les concours où il a été exposé comme antivol de roues.

Diplômes : Foire de Paris, Concours des Inventeurs 1946; Salon d'Automne, Concours LÉPINE 1946.

C'est une fabrication C. M., 32, passage Gambetta (XX<sup>e</sup>).

Vous le trouverez au prix de 286 frs chez le distributeur : « Les Spécialités R. A. M. », 3, rue Villaret-de-Joyeuse (Tél. : Éto. 55-80, 81-82), et chez tous les commissionnaires en accessoires automobile, garagistes ou marchands d'accessoires.

## MIEUX QU'UN PINCEAU : LE FLEXO



Tout usager de colle blanche avait fait la remarque, très exacte d'ailleurs, que la colle en séchant agglutinait les soies du pinceau, le transformant en « un bout de bois ». Plus grave et conséquence de la guerre, il n'y a plus de bonnes soies sur le marché, donc plus de bons pinceaux.

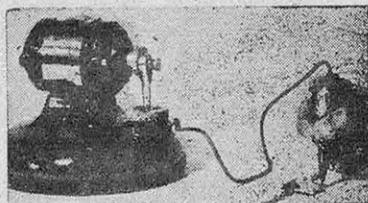
Instruits par une longue expérience, animés du souci de la perfection, les Établissements Corector, fabricants de l'ADHÉSINE, ont cherché et trouvé la solution idéale : le FLEXO.

Fabriqué en caoutchouc souple, le FLEXO est supérieur au pinceau, tant pour amollir la surface de la colle que pour l'étendre.

Sans augmentation de prix, tous les pots ADHÉSINE — à l'exception du pot écolier — sont désormais livrés avec un FLEXO.

EN VENTE PARTOUT.

## LA MACHINE A GRAVER " GRAVIT "



Les Établissements VITOUX 42, rue de la Paix, à Troyes (Aube), Fabricants des Machines à Remailler « Vitos », utilisées dans le monde entier, viennent de présenter une Machine à Graver « GRAVIT ».

Cette machine, d'une rare perfection technique, apporte aux industriels et aux graveurs un outil remarquable par la rapidité, le fini de son travail et la simplicité de son emploi.

Sa cadence de frappe de 8.000 coups à la minute donne un trait continu extrêmement fin.

La machine peut travailler sur cuivre, zinc, aluminium, bois, matières plastiques, etc...

Elle permet d'établir rapidement des plaques d'identité, plaques de bicyclette, bagues, etc...

Son emploi se prête à des développements industriels presque illimités. Sa manœuvre, très simple, ne nécessite aucun apprentissage.

Avec « GRAVIT » vous gravez aussi rapidement et aussi facilement que vous écrivez.

## LE GRAISSAGE RATIONNEL DES HAUTS DE CYLINDRE PAR LE DAZO A MOUSSE D'HUILE

Les régimes de plus en plus poussés qui caractérisent les moteurs modernes et l'emploi sans cesse élargi des carburants à explosions longues, depuis les antidétonants de haut luxe jusqu'au vulgaire poids lourd, le gaz d'éclairage comprimé, le gaz des

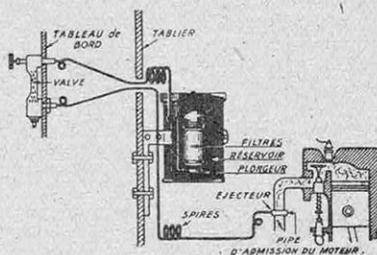
cylindres ». Ajouter de l'huile à l'essence est une solution empirique, car l'huile se dissout dans l'essence, perdant la plus grande partie de son pouvoir lubrifiant.

Le doseur DAZO, à mousse d'huile, se compose : 1° d'un réservoir d'huile ; 2° d'une valve de contrôle placée sur le tableau de bord et munie d'une vis pointeau permettant le réglage du débit ; cette valve émulsionne d'air, l'huile aspirée dans le réservoir à chaque phase d'admission ; 3° d'un éjecteur qui débouche dans le collecteur d'admission à la sortie du carburateur. Ainsi, les bulles d'huile émulsionnée éclatent dans les gaz carburants (air et essence) ; c'est donc une huile à l'état colloïdal qui arrive aux cylindres et lubrifie les soupapes et les hauts de cylindre.

Le doseur d'huile DAZO, ne comportant aucune pièce en mouvement, est donc pratiquement inusable. Son montage est de la plus grande simplicité. Prix : 2 225 fr. Références les plus élogieuses.

Pour les commandes et toute documentation, écrire :

APPAREILLAGE DAZO,  
29, rue Dauvilliers,  
ARFAJON (Seine-et-Oise).



gazogènes à bois, charbon de bois, anthracite, etc., concourent à aggraver dangereusement les conditions de travail des « hauts » de moteur. Le graissage ascendant, tel qu'il est pratiqué actuellement, ne vaut plus pour les régimes et carburants modernes. Dans l'utilisation courante, ce ne sont que rodages tous les 10 000 km, réalésages tous les 30 000 km, opérations dont la nécessité doit être attribuée à l'assèchement des « hauts de

### JUMELLES A PRISMES MICROSCOPES

Modèles pour laboratoires, étudiants, amateurs. Préparations, accessoires, nécessaires de microscopie. Tarif n° 468 contre 6 francs en timbres. MICRO-OPTIQUE, 9, passage Jouffroy, Paris.

### LA RADIOÉLECTRICITÉ RÉVOLUTIONNE LA VIE MODERNE, ELLE VOUS PERMETTRA DE GAGNER DAVANTAGE

La France n'ayant que peu participé aux constructions radioélectriques pendant la guerre se trouve, de ce fait, avoir le plus grand besoin de radioticiens pour les nouvelles applications électroniques. Le radar reçoit de nouvelles applications dans les divers systèmes de radio-guidage. Sans abandonner vos occupations ni votre domicile et en consacrant seulement une heure de vos loisirs par jour, vous pouvez vous créer une situation



enviable, stable et très rémunératrice. Il vous suffit de suivre notre méthode facile et attrayante d'enseignement par correspondance comportant des travaux pratiques sérieux. Aucune connaissance spéciale n'est demandée. Vous deviendrez ainsi facilement et rapidement radiotechnicien diplômé, artisan patenté, spécialiste militaire, chef monteur industriel et rural. Nous avons été les premiers à fournir à nos élèves du matériel électro-mécanique en réduction et TOUT le matériel de T. S. F. leur permettant de construire, sous notre direction, deux postes récepteurs COMPLETS en ordre de marche, sur courant alternatif ou courant continu, super-hétérodynes 6 lampes, d'un fonctionnement parfait grâce à notre méthode américaine jamais égalée qui nous permet, grâce à sa simplicité, de conduire 95 % de nos élèves vers le succès en un temps record.

Nos cours comportent dix programmes **INDÉPENDANTS** et deux cours complémentaires facultatifs. Chacun peut librement choisir le programme qui lui convient, suivant ses connaissances antérieures. C'est de beaucoup le procédé le plus économique et le plus efficace en résultats pratiques.

Une importante documentation, véritable guide d'orientation professionnelle, vous sera adressée gratuitement et sans engagement sur simple demande à

L'INSTITUT NATIONAL  
D'ÉLECTRICITÉ ET DE RADIO  
3, rue Lafitte, à Paris (IX<sup>e</sup>).

### INTERCOMMUNICATIONS PAR HAUT-PARLEURS

Les nouvelles conditions économiques imposant au chef une production de plus en plus intense, il ne l'obtiendra que par l'organisation rationnelle des liaisons entre ses services.



#### L'INTERVOX assure :

La liaison à haute voix entre chaque service séparément, ou en conférence partielle ou totale. Plus de déplacement inutile, chacun pouvant être appelé et parler à distance de l'appareil. Soyez présent partout.

Ets INTERVOX.

135, avenue du Général-Michel-Bizot,  
(6, rue Victor-Chevreuril),  
PARIS (12<sup>e</sup>).

Téléphone DID. 03-92.

Documentation sur demande.

### LA MÉTHODE E. T. N. AVIATION, RADIO, AUTO EST UN GAGE DE RÉUSSITE !

La méthode E. T. N. bouleverse l'enseignement technique par correspondance.

D'une conception inconnue en France, conjuguée, dès les premières leçons, avec des travaux pratiques attrayants, elle fera de vous, en quelques mois, un technicien qualifié, sans déranger vos occupations actuelles. Vous qui voulez faire carrière dans l'Aviation, la Radio, l'Automobile, vous arriverez plus vite avec la méthode E. T. N. Demandez la notice gratuite A 6 à l'École des Techniques Nouvelles, 65-67, Champs-Élysées, Paris (8<sup>e</sup>).

### LES SECRETS DE LA RÉUSSITE DES GRANDS HOMMES

Vous les trouverez tout au long exposés, par les grands hommes eux-mêmes, dans les livres de la collection **LES GRANDS DESTINS** (savants, musiciens, politiques, artistes, hommes d'affaires), sept volumes : 1.000 fr. Demandez la documentation gratuite n° 16. Éditions LESOURD, 252, faubourg Saint-Honoré, Paris.

### 20 A 25.000 FRANCS PAR MOIS



Salaires actuels du Chef-Comptable. Préparez chez vous, vite, à peu de frais, le diplôme d'État qui vous assurera une situation lucrative. Demandez la brochure gratuite n° 14 « Carrières Comptables, carrières d'avenir » à l'École Préparatoire d'Administration, 4, r. des Petits-Champs, Paris.

### UNE GRANDE DÉCOUVERTE. LA RADIESTHÉSIE PHYSIQUE

De récentes découvertes techniques excluant tout occultisme, ont permis de mettre au point un **COURS PRATIQUE DE RADIESTHÉSIE MODERNE**, objective, par procédés physiques à la portée de tous, sans don spécial. 30 leçons, 150 exercices judicieux vous initieront en un



mois pour vos résultats professionnels pratiques. Brillants succès garantis, déjà acquis par milliers d'élèves enthousiastes. Brochure explicative importante, avec attestations de résultats étonnants de prospecteurs, commerçants, ingénieurs, scientifiques, médecins, physiciens, contre 6 francs timbres pour frais d'envoi. **ÉCOLE INTERNATIONALE DE RADIESTHÉSIE** par correspondance, 37-26, rue Rossini, Nice.

### L'AVIATION OFFRE A NOUVEAU LE PLUS BEL AVENIR



Les sorties d'usines s'accroissent, de nombreuses compagnies civiles se créent, l'aviation militaire se réorganise : les besoins sont immenses.

Préparez sans attendre...  
CHEZ VOUS :

**JEUNES GENS**, la carrière d'aviateur ;  
**AVIATEURS**, les brevets civils ;  
**SOUS-OFFICIERS**, les E. O. A. ;  
sous la direction d'un **général d'aviation** — celui qui créa l'École de Guerre aérienne — et qui quitta volontairement l'armée pour se consacrer à la préparation des jeunes.

### INSTITUT TECHNIQUE SUPÉRIEUR

24, rue Jouffroy (Serv. 36)  
PARIS (17<sup>e</sup>)

Le même Institut forme également des  
**SPECIALISTES RADIO EN SIX  
MOIS**

par correspondance.



C'est la seule École fournissant tout le matériel pour construire sous le contrôle de ses professeurs **deux postes complets** dont un super de grande classe en parfait ordre de marche avec 6 lampes et haut-parleur, qui, en restant votre propriété, remboursera vos frais d'études. Électricité, radio, télévision, radar à la portée de tous par Technique nouvelle.

## T. S. F.

Qualité « LABEL ». Garantie deux ans. Vente directe sans intermédiaire. Au comptant : à partir de 7 530 francs. A crédit : Grands supers à partir de 934 francs par mois. Expédition rapide dans toute la France. Catalogue et conditions envoyés gratuitement. Sans engagement de votre part.

TELESON RADIO  
Service Province E,  
33, avenue Friedland, PARIS (8<sup>e</sup>).

## LOCATION DE FILMS

Pour distraire les enfants, en famille, à l'école ou au patronage. **TOUT PHOTO. 64**, rue de Turbigo à Paris (Arch. 71-09), tient à votre disposition une collection **PA-THE-BABY** de beaux films ou simplement de films amusants qui peuvent vous être loués. Vous trouverez également à cette adresse des **JOUETS SCIENTIFIQUES MODERNES, DES PROJECTEURS ET DES CAMERAS**

**Location de Films**  
**TOUT PHOTO**  
64 RUE TURBIGO - PARIS (10<sup>e</sup>)

## L'ESSENCE EST RARE...



chère et surtout de mauvaise qualité.

Elle provoque un *calaminage* rapide, le moteur « cliquette », les reprises sont médiocres.

Pour remédier à ces inconvénients et assurer le *graissage rationnel* et la protection des hauts de cylindre, il suffit d'ajouter :

1 COMPRIMÉ STICOÏDS  
à 5 litres d'essence.

**STICOÏDS** : le fortifiant des moteurs fatigués. La boîte de 40 comprimés (pour 200 litres) : 40 francs.

Vente en gros aux commissionnaires. S. T. I. C., 36, boulevard de la Bastille, Paris (12<sup>e</sup>). Tél. : Dor. 70-30.

## JEUNES ! APPRENEZ UN MÉTIER D'AVENIR

Faites-vous une situation intéressante dans Industrie et Commerce Auto en suivant nos cours *par correspondance* qui feront de vous techniciens et mécaniciens de premier ordre. Prépar. brevet automob. militaire (armée motorisée).

**COURS TECHNIQUES AUTO**, Saint-Quentin (Aisne). Rens. grat. sur demande.

## DEVENEZ COMPTABLE

C'est une profession de mieux en mieux payée. Partout vous trouverez à travailler, car toutes les affaires emploient des comptables. En six mois, avec la sympathique méthode d'enseignement Caténale, vous gagnerez confortablement votre vie dans cette branche. Renseignez-vous. Qui peut se plaindre d'en savoir trop ?

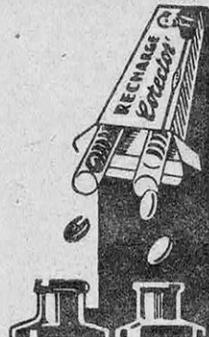
Demandez la documentation gratuite n° 1170. Ne pas joindre de timbres. École française de Comptabilité, 91, avenue République, Paris.

## RETENEZ BIEN CELCI :

## AVEC CORECTOR ON EFFACE COMME ON ÉCRIT

Sur le papier, le bois, les mains, les étoffes blanches, **CORECTOR** enlève les taches d'encre, de fruits, de teinture d'iode.

Par suite de la pénurie de flacons, refaites vous-même un **Corrector** frais et efficace en utilisant les étuis de recharge **CORECTOR**. Garanti sans chlore, ne jaunit pas et ne brûle pas. En vente partout.



# LES MEILLEURES ÉTUDES PAR CORRESPONDANCE

se font à l'ÉCOLE DES SCIENCES ET ARTS où les meilleurs maîtres, appliquant les meilleures méthodes d'enseignement par correspondance, forment les meilleurs élèves. Demandez, en la désignant par son numéro, la brochure qui vous intéresse. Envoi gratuit par courrier.

N° 31180. CLASSES SECONDAIRES COMPLÈTES : Baccalauréats.

N° 31181. CLASSES PRIMAIRES COMPLÈTES : Brevets.

N° 31182. ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR : Licence ès Lettres.

N° 31183. COURS D'ORTHOGRAPHE.

N° 31184. COURS DE RÉDACTION.

N° 31185. FORMATION SCIENTIFIQUE : (Math., Phys., Chimie).

N° 31186. DESSIN INDUSTRIEL.

N° 31187. INDUSTRIE : Certificats d'aptitude professionnelle.

N° 31188. RADIO, CERTIFICATS DE RADIO DE BORD (1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> classes).

N° 31189. COMMERCE ET COMPTABILITÉ : Certificats d'aptitude professionnelle.

N° 31190. DUNAMIS (Culture mentale).

N° 31191. PHONOPOLYLOTTE (Anglais, Allemand, Italien, Espagnol).

N° 31192. DESSIN ARTISTIQUE.

N° 31193. COURS D'ÉLOQUENCE.

N° 31194. COURS DE POÉSIE.

N° 31195. FORMATION MUSICALE.

N° 31196. INITIATION AUX GRANDS PROBLÈMES PHILOSOPHIQUES.

N° 31197. COURS DE PUBLICITÉ.

N° 31198. CARRIÈRES DES P. T. T. et des TRAVAUX PUBLICS.

N° 31199. ÉCOLES D'INFIRMIÈRES et ASSISTANTES SOCIALES, ÉCOLES VÉTÉRINAIRES.

Plus de mille succès aux examens officiels en 1945

**ÉCOLE DES SCIENCES ET ARTS**

16, rue du Général-Malleville, PARIS (16<sup>e</sup>).

# DU NOUVEAU !

## Le Cours de Rédaction de l'École A. B. C. élargit son programme

Cette année, le Cours de Rédaction de l'École A. B. C. a fêté son dix-huitième anniversaire. Sur la base des expériences réalisées durant ces années, les différents cours ont été révisés et augmentés et des branches de spécialisation tout à fait nouvelles ont été créées sur la demande de nombreux élèves. En voici les sujets :

- **Technique du Roman**
- **Technique du Conte**
- **Technique de la Nouvelle**
- **Journalisme et reportage**
- **Art de parler en public**

Chaque élève peut se spécialiser sans supplément de prix, et ces études seront d'un grand secours pour tous ceux qui veulent gagner de l'argent avec leur plume.

Renseignez-vous et demandez la brochure *L'Art d'écrire*, qui vous sera offerte gratuitement. Quel que soit le genre littéraire qui vous attire, ce petit livre vous apportera des informations inattendues et même une sorte de révélation. La nouvelle édition, augmentée, qui vous sera envoyée, comporte le programme complet du cours avec le sommaire détaillé de chaque leçon, de nombreuses attestations d'élèves, le témoignage de nouveaux auteurs reconnaissant de la formation que leur a donnée l'École A. B. C., ainsi que l'opinion des maîtres

de la littérature française.

N'hésitez pas à nous donner des détails sur ce que vous avez déjà fait, sur le but que vous voulez atteindre; nous vous répondrons personnellement et pourrons vous conseiller utilement. (Joindre 6 francs pour frais.)

**ÉCOLE A. B. C. (RÉDACTION E. 8.)**  
12, rue Lincoln (Champs-Élysées), PARIS-8<sup>e</sup>



## Les Secrets DU DESSINATEUR ET DU PEINTRE

Si vous voulez devenir un Artiste à votre tour, connaître les joies incomparables du Dessinateur et du Peintre, améliorer votre situation pécuniaire - VIVRE vraiment, vous le pouvez désormais grâce aux secrets qui vous seront révélés par l'extraordinaire Méthode par Correspondance **Voir, comparer, traduire**, dont seule l'ÉCOLE INTERNATIONALE a le droit de vous faire bénéficier.

Reclamez aujourd'hui même le passionnant album de renseignements que vous offre l'ÉCOLE INTERNATIONALE (Service T 6) Pie de Monaco



BELLE SANGUINE  
EXÉCUTÉE PAR NOTRE ÉLÈVE M<sup>r</sup> G.V. de GRENOBLE

Joindre 10 frs à votre lettre pour frais de poste et écrivez très lisiblement vos noms et adresse.

## Jeunes gens et Jeunes Filles !

FAITES VOTRE SITUATION COMME  
**RADIOTECHNICIENS**  
dans

**L'INDUSTRIE** MONTEUR DÉPANNEUR  
METTEUR AU POINT

**L'ADMINISTRATION** OPÉRATEUR des PTT  
(DIPLÔMES D'ÉTAT)

**L'AVIATION** TRANSMISSIONS MILITAIRES  
OPÉRATEUR - MÉCANICIEN

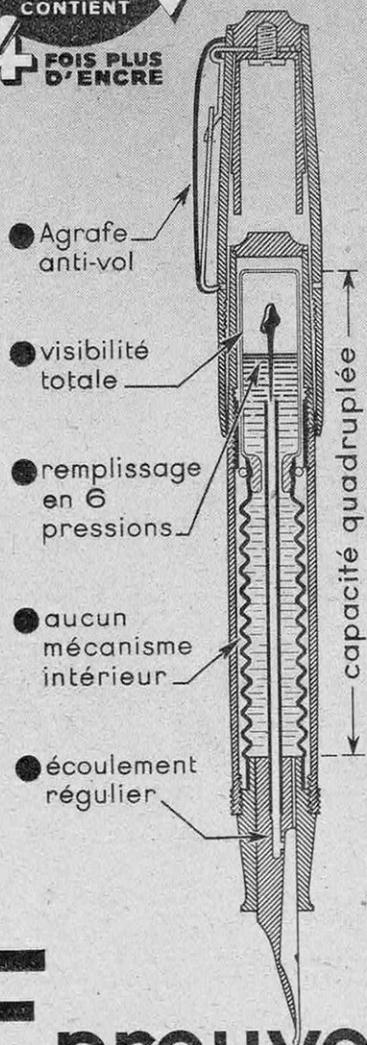
EN SUIVANT LES COURS PAR CORRESPONDANCE  
de l'ÉCOLE SPÉCIALE DES TECHNIQUES MODERNES

14 Rue Volta TOULOUSE

COURS A LA PORTÉE DE TOUS conduits  
suivant des PROCÉDÉS MODERNES INÉDITS  
PROGRAMME D'ENSEIGNEMENT PRÉ-MILITAIRE DE  
LA RADIO APPROUVÉ PAR LE MINISTÈRE DE L'AIR

RENSEIGNEMENTS GRATUITS SUR DEMANDE  
(SPÉCIFIER LA BRANCHE CHOISIE)

LE  
NOUVEAU STYLO  
**303**  
CONTIENT  
**4** FOIS PLUS  
D'ENCRE



**E** prouvez  
la réelle supériorité  
technique du **303**  
Breveté par les Établissements

**STYLOMINE**

Usines et Bureaux: 2, rue de Nice, Paris

## PARLEZ une nouvelle langue cet **HIVER**

Il a été prouvé qu'en quelques mois n'importe qui peut, sans connaissances préalables, apprendre à parler, comprendre et écrire une langue étrangère grâce à la méthode Linguaphone connue dans le monde entier. Cette formule nouvelle pour l'enseignement des langues est si capti-



vante et les élèves se piquent tellement au jeu qu'ils ne lâchent pas prise avant d'avoir terminé le cours. Les cours Linguaphone sont enregistrés sur disques. Ils sont donc toujours à la disposition de l'élève qui n'est pas tenu de se déplacer pour suivre des cours à heures fixes.

*c'est un jeu- avec*  
**Linguaphone**

Plus de 100 000 Français ont été des élèves enthousiastes de Linguaphone, parce qu'ils se sont rendu compte des progrès rapides qu'ils ont faits. Après quelques leçons, ils possèdent déjà un petit vocabulaire de phrases et de mots appris tout simplement en écoutant, et, après quelques mois d'études sérieuses, ils arrivent à parler la nouvelle langue sans difficulté et sans gêne. Tout est très simple et d'une efficacité bouleversante: une fois que la prononciation des mots et l'intonation des phrases sont fixées dans l'oreille, elles y restent pour toute la vie. Si votre but est simplement de parler et de comprendre la langue, vous pouvez vous passer d'étudier la grammaire, car vous en appliquez les règles les plus élémentaires par l'audition répétée de phrases bien construites. Toutefois, des livres et des devoirs sont prévus pour celui qui veut approfondir ses connaissances. *Nous vous offrons un cours gratuitement chez vous, à titre d'essai, pendant toute une semaine. Écrivez-nous donc aujourd'hui même et vous recevrez notre brochure avec des renseignements plus détaillés.*

**INSTITUT LINGUAPHONE**

(Dept J. 2), 12, rue Lincoln (Ch.-Élys.), PARIS-8<sup>e</sup>

**Chez vous**

sans quitter vos occupations actuelles vous apprendrez



**la RADIO**

C'est en forgeant qu'on devient forgeron...  
**C'EST EN CONSTRUISANT VOUS-MÊME DES POSTES** que vous deviendrez un radiotechnicien de valeur.  
Suivez nos cours techniques et pratiques par correspondance.

Cours de tous degrés : du Monteur-Dépanneur à l'ingénieur.

**DOCUMENTATION GRATUITE**

**INSTITUT PROFESSIONNEL POLYTECHNIQUE**  
11, RUE CHALGRIN A PARIS (XVI<sup>e</sup>)

Pour la BELGIQUE, s'adresser I. P. P., 33, rue Vandermaelen, à BRUXELLES-MOLENBEECK

**Dans la Radio et l'Electricité**

"En moins d'un an j'ai pu gagner 12.000 frs. par mois"...

Très vite, j'ai su faire des dépannages et des installations d'écoutes. Maintenant, je construis des postes et je gagne bien ma vie...

**Voilà ce que nous dit un de nos anciens élèves.**

Des centaines de références semblables nous parviennent chaque mois de tous pays.

**SANS QUITTER VOTRE EMPLOI**

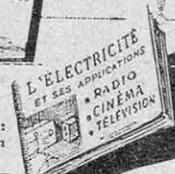


C'est en vous exerçant sur un matériel véritable que vous lerez des progrès rapides.

suivez notre méthode moderne d'enseignement professionnel.

Le praticien de la théorie chez vous par correspondance

4 coffrets d'expérience sont envoyés au cours des études.



Dés aujourd'hui demandez notre Album

**L'Electricité et ses Applications: Radio, Cinéma, Télévision**

Nom: \_\_\_\_\_

Adresse: \_\_\_\_\_

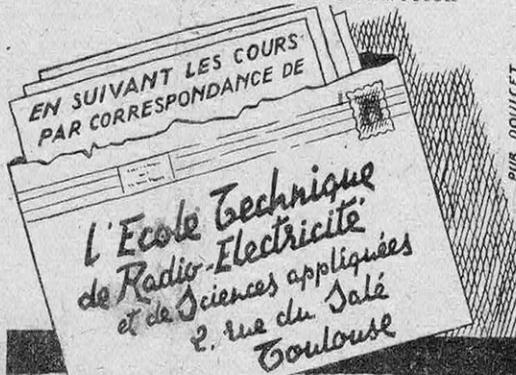
JOINDRE 10F pour tous frais

**INSTITUT ELECTRO-RADIO**  
6, RUE DE Téhéran, PARIS, 8<sup>e</sup>

**Jeunes gens!**  
ASSUREZ VOTRE AVENIR EN DEVENANT  
**RADIO-TECHNICIEN**  
sans quitter votre emploi



CONSTRUISEZ VOUS-MÊME UN POSTE QUI RESTERA VOTRE PROPRIÉTÉ AVEC MATÉRIEL FOURNI GRATUITEMENT PAR L'ÉCOLE



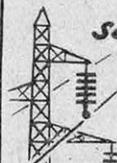
PUB. DOULET

APPRENEZ

**L'ÉLECTRICITÉ**

PAR CORRESPONDANCE

sans connaître les mathématiques!



**TOUTS** les phénomènes électriques ainsi que leurs applications industrielles et ménagères sont étudiés dans le cours pratique d'électricité sans nécessiter aucune connaissance mathématique spéciale. Chacune des manifestations de l'électricité est expliquée à l'aide de comparaison avec des phénomènes connus. En dix mois vous serez à même de résoudre tous les problèmes pratiques de l'électricité industrielle. Ce cours s'adresse aux praticiens de l'électricité, radio-électriciens, mécaniciens, vendeurs de matériel électrique et à tous ceux qui sans aucune étude préalable désirent connaître réellement l'électricité, tout en ne consacrant à ce travail que quelques heures par semaine.

Demandez la documentation en envoyant ou en recopiant le bon ci-dessous. — Joindre 6 frs en timbres.

**BON** 54 D

**COURS PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ**

222, Bd. Péreire - Paris 17<sup>e</sup>



**AVEC VOUS**  
*jusqu'au succès final*

**RADIO-CINÉMA-AVIATION**

**JEUNES GENS... JEUNES FILLES...**  
 Ces carrières modernes répondent bien à vos aspirations... **PRÉPAREZ-LES PAR CORRESPONDANCE**

Notre organisation spécialisée sera tout entière avec vous jusqu'au succès final. Elle groupe sous la direction d'une élite de professeurs les ÉCOLES suivantes :

**ÉCOLE GÉNÉRALE RADIOTECHNIQUE**  
 (Monteurs-dépanneurs, dessinateurs, opérateurs, sous-ingénieurs et ingénieurs.)

**ÉCOLE GÉNÉRALE CINÉMATOGRAPHIQUE**  
 (Opérateurs photographes, de projection, de prise de vue, du son.)

**ÉCOLE GÉNÉRALE AÉRONAUTIQUE**  
 (Préparation technique du pilote d'avion, navigateurs, radios, mécaniciens, techniciens.)

Documentation S. V. gratuite



**CENTRE d'ÉTUDES TECHNIQUES de PARIS**  
 69, rue Louise-Michel, LEVALLOIS

— PUBLÉDITEC-DOMENACH —

**ENSEIGNEMENT PAR CORRESPONDANCE**

152, avenue de Wagram - Paris (17<sup>e</sup>) et 3, rue du Lycée - Nice

**ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL**

**MATHÉMATIQUES** Les Mathématiques sont accessibles à toutes les intelligences, à condition d'être prises au point voulu, d'être progressives et d'obliger les élèves à faire de nombreux exercices. Elles sont à la base de tous les métiers et de tous les concours.

Candidats, apprenez les Mathématiques par la méthode de l'École du Génie Civil.

Cours à tous les degrés, de même que pour la Physique, la Chimie.

**MÉCANIQUE ET ÉLECTRICITÉ**

De nombreuses situations sont en perspective dans la Mécanique générale, les Constructions aéronautiques et l'Électricité. Les cours de l'École s'adressent aux élèves des lycées, des écoles professionnelles, ainsi qu'aux apprentis et techniciens de l'Industrie.

Les cours se font à tous les degrés : Apprenti, Monteur, Technicien, Dessinateur, Sous-Ingénieur et Ingénieur.

**AVIATION CIVILE** Brevets de navigateurs aériens, de Mécaniciens d'aéronefs et de Pilotes. Concours d'Agents techniques et d'Ingénieurs adjoints.

**ÉCOLE DE T. S. F.**

**JEUNES GENS !**

Les meilleures situations, les plus nombreuses, les plus rapides, les mieux payées, les plus attrayantes...

sont dans la **RADIO**

P. T. T., AVIATION, MARINE, NAVIGATION AÉRIENNE, COLONIES, DÉFENSE DU TERRITOIRE, POLICE, DÉPANNAGE, CONSTRUCTION INDUSTRIELLE, TÉLÉVISION, CINÉMA.

Les élèves reçoivent des devoirs qui leur sont corrigés et des cours spécialisés. Enseignement conçu d'après les méthodes les plus modernes, perfectionnées depuis 1908.

Tous nos cours comportent des exercices pratiques chez soi : lecture au son, manipulation, montage et construction de poste.

**COURS DE BATIMENT**

UNE CARRIÈRE D'AVENIR

Commis, métreurs, techniciens.

Envoi franco de programme de chaque section contre 10 francs en timbres.

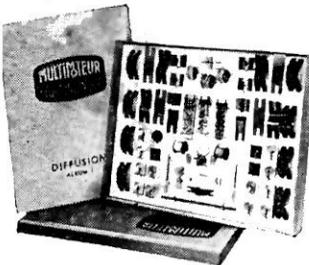


# L'électricité régit le Monde

Tout le monde, à notre époque, s'intéresse à l'ÉLECTRICITÉ et à ses applications, qui interviennent à chaque instant dans la vie quotidienne : éclairage, chauffage, force motrice, télégraphe, téléphone, radio, rayons X, télévision, etc. Le moins averti d'entre-nous en connaît les possibilités immenses et en suit avec passion les progrès.

Mais la **TECHNIQUE ÉLECTRIQUE** ne recèle-t-elle point encore pour vous bien des mystères ? Ces centrales hydro-électriques où s'engouffre la houille blanche, ces usines bruissantes où ronflent courroies et engrenages, ce moteur de machine à coudre ou de ventilateur, cette lampe qui vous éclaire..., en connaissez-vous les merveilleux secrets ?

Soyez un homme de votre temps : **MULTIMOTEUR** vous permettra de pénétrer cette technique et de réaliser en réduction : **MACHINES ÉLECTRIQUES - APPAREILS ÉLECTRO-MAGNÉTIQUES - DISPOSITIFS ÉLECTRO-MÉCANIQUES - APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE - ASCENSEURS et MONTE-CHARGES - APPAREILS DE LEVAGE - TRANSPORTS AÉRIENS, TRANSBORDEURS, MONORAILS, etc. - AUTOMOTRICES et LOCOMOTIVES - LOCOMOTIVES MONORAIL - INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES - APPLICATIONS DIVERSES - ALIMENTATION - CANALISATIONS AÉRIENNES ET SOUTERRAINES, etc.**



**Multimoteur** est composé d'un ensemble de pièces détachées en acier (bruniées ou traitées), en cuivre, laiton et matières isolantes. Usinées avec précision, ces pièces, grâce à leurs particularités, permettent tous les assemblages et tous les réglages.

L'**OUTILLAGE** de montage, très simple, comprend : un Gabarit et deux lypes de Guides assurant "l'alignement" automatique et impeccable des arbres rotatifs, des clefs à tubes, des clefs plates avec tournevis.

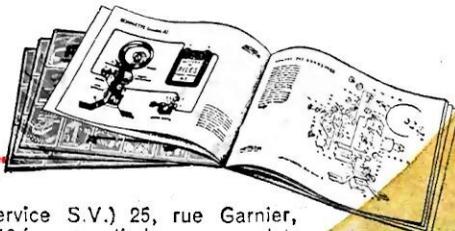
Sans connaissances spéciales, vous pourrez monter en réduction, par exemple : des sonnettes électriques, des appareils de télégraphie optique et au son, des moteurs, des transformateurs, etc... et créer de nouvelles machines. Avec une batterie de piles, d'accumulateurs ou tous les courants



du secteur, vous ferez fonctionner " sans aucun danger " toutes les constructions que vous aurez réalisées. Accompagné d'Albums abondamment illustrés qui constituent un cours historique et pratique, **Multimoteur** vous apporte un matériel unique pouvant également s'adapter à tous les manuels d'électricité.

## MULTIMOTEUR

"L'ÉLECTRICITÉ EN PIÈCES DÉTACHÉES"



Demandez partout ou à Multimoteur (Service S.V.) 25, rue Garnier, Neuilly (Seine), la notice explicative contre 10 francs en timbres ou mandat.