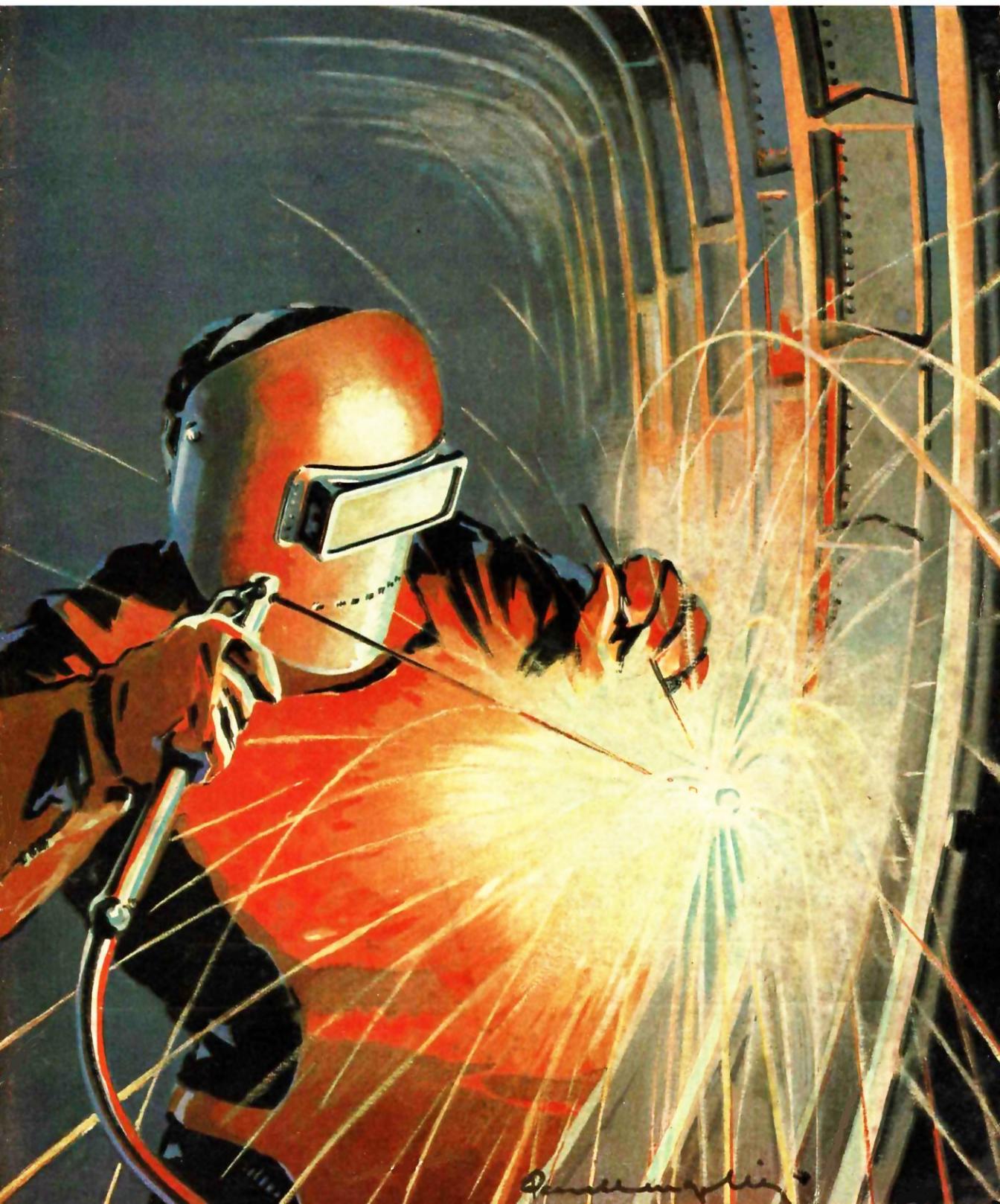


# SCIENCE ET VIE

JUIN 1948

N° 369

50 FRANCS



# LA RADIO



*S'APPREND AUSSI PAR CORRESPONDANCE*

## ÉCOLE CENTRALE DE T.S.F



12 RUE DE LA LUNE PARIS

**PLUS DE 70 %** des candidats reçus aux examens officiels sont des élèves de l'école (résultats contrôlables au Ministère des P. T. T.)

**SEULE L'ÉCOLE CENTRALE DE T. S. F.**

peut vous donner la garantie d'un pareil coefficient de réussite

guide des carrières gratuit sur demande.

PUBLICITÉS RÉUNIES

**COURS** sur place, le **JOUR** ou le **SOIR**



4 PLACES • 4 CYLINDRES • 90 KM A L'HEURE • 4 PLACES  
 4 CYLINDRES • 6 LITRES AUX 100 • 90 KM A L'HEURE  
 4 PLACES • 90 KM A L'HEURE • 4 CYLINDRES • 4 PLACES  
 4 CYLINDRES • 6 LITRES AUX 100 • 90 KM A L'HEURE  
 4 PLACES • 90 KM A L'HEURE • 4 CYLINDRES • 4 PLACES  
 4 CYLINDRES • 6 LITRES AUX 100 • 90 KM A L'HEURE  
 4 PLACES • 4 CYLINDRES • 6 LITRES AUX 100 • 4 PLACES  
 90 KM A L'HEURE • 6 LITRES • 90 KM A L'HEURE  
 4 PLACES • 4 CYLINDRES • 6 LITRES AUX 100  
 90 KM A L'HEURE • 90 KM A L'HEURE • 4 PLACES  
 4 PLACES • 90 KM A L'HEURE • 4 CYLINDRES  
 6 LITRES • 4 CYLINDRES

# RENAULT

RÉGIE NATIONALE

# CECI INTERESSE

**tous les jeunes gens et jeunes filles  
tous les pères et mères de famille**

**L'ÉCOLE UNIVERSELLE**, la plus importante du monde, qui, depuis quarante et un ans, a conduit à une brillante situation des dizaines de milliers d'élèves, vous renseignera gratuitement sur le choix d'une carrière et sur le moyen de vous y préparer dans les meilleures conditions d'efficacité, de rapidité et d'économie.

Si, par exemple, vous vous sentez attiré par les

## CARRIÈRES DE LA RADIO

renseignez-vous d'abord exactement, auprès d'un établissement présentant les plus hautes garanties de compétence et d'honnêteté sur les exigences et les avantages de la situation qui vous tente particulièrement :

### SITUATIONS SÉDENTAIRES

**Technicien de la Radio** dans l'industrie privée (monteur, radio-dépanneur, sous-ingénieur) ;

**Télé-mécanicien** (Armée de l'Air) ;

**Opérateur radioélectricien** (Service des Télécommunications de l'Aéronautique civile).

Aucun autre établissement que l'École Universelle ne vous renseignera avec plus de précision, d'exactitude et de désintéressement. Aucun ne pourra vous mettre sous les yeux des preuves plus convaincantes de l'efficacité de son enseignement, des nombreux et brillants succès obtenus par ses élèves. Aucun ne pourra vous donner une plus solide formation professionnelle, vous préparer plus sûrement au concours ou à l'examen que vous devez subir.

La brochure n° 60.259, relative aux **Carrières de la Radio**, vous sera expédiée gratuitement sur demande.

### SITUATIONS ACTIVES

**Opérateur radiotélégraphiste ou Opérateur radiotéléphoniste** dans l'Armée de l'Air, l'Aviation commerciale, dans la Marine de guerre, la Marine marchande ;

**Certificats internationaux** de Radio de bord (1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> classes).

## L'ÉCOLE UNIVERSELLE

LA PLUS IMPORTANTE DU MONDE

vous met en outre en mesure, quels que soient votre âge et votre situation actuelle, de faire chez vous, en toutes résidences, aux moindres frais, des études complètes dans toutes les branches, de vaincre avec une aisance surprenante les difficultés qui vous ont jusqu'à présent arrêté, de conquérir en moins de temps que par n'importe quel autre mode d'enseignement le diplôme ou la situation dont vous rêvez.

**L'ÉCOLE UNIVERSELLE** vous adressera gratuitement, par retour du courrier, la brochure qui vous intéresse et tous renseignements qu'il vous plaira de lui demander :

Br. 60.240 : **Enseignement secondaire** : Classes complètes, depuis la onzième jusqu'à la classe de Mathématiques spéciales incluse, Bourses, Examens de passage, Baccalauréats, etc.

Br. 60.241 : **Enseignement primaire** : Classes complètes ; préparation au C. E. P., Bourses, Brevets, etc.

Br. 60.242 : **Enseignement supérieur** : Licences (Lettres, Sciences, Droit), Professorats.

Br. 60.243 : **Grandes Écoles spéciales.**

Br. 60.244 : **Pour devenir Fonctionnaire** : Administrations financières, P. T. T., École nationale d'Administration.

Br. 60.245 : **Carrières de l'Industrie, des Mines et des Travaux publics** : Certificats d'aptitude professionnelle et Brevets professionnels.

Br. 60.246 : **Carrières de l'Agriculture et du Génie rural.**

Br. 60.247 : **Commerce, Comptabilité, Industrie hôtelière, Assurances, Banques, Bourse, etc...** : Certificats d'aptitude professionnelle et Brevets professionnels.

Br. 60.248 : **Orthographe, Rédaction, Calcul, Écriture.**

Br. 60.249 : **Langues vivantes, Tourisme, Interprète, etc...**

Br. 60.250 : **Carrières de l'Aviation militaire et civile.**

Br. 60.251 : **Carrières de la Marine de guerre.**

Br. 60.252 : **Carrières de la Marine marchande** (Pont, Machines, Commissariat).

Br. 60.253 : **Carrières des Lettres** (Secrétariat, Bibliothèques, Journalisme, etc.).

Br. 60.254 : **Études musicales** : Solfège, Harmonie, Composition, Piano, Violon, Chant, Professorats.

Br. 60.255 : **Arts du Dessin** : Professorats, Métiers d'art, etc.

Br. 60.256 : **Couture, Coupe, Mode, Lingerie, etc.**

Br. 60.257 : **Arts de la Coiffure et des Soins de Beauté.**

Br. 60.258 : **Carrières du Cinéma.**

**Milliers de brillants succès aux baccalauréats, brevets et tous examens et concours.**

**ÉCOLE UNIVERSELLE**

59, boulevard Exelmans, PARIS ; — chemin de Fabron, NICE ; — 11, place Jules-Ferry, LYON.

DAG. PUBLICITÉ

*Quel stylo !!*

**RÉVOLUTION ! RÉVÉLATION !**



- 1 On peut écrire sur toutes les faces de sa plume ogivo-rectangulaire; pas de manques ni de pointillés.
- 2 Il contient plusieurs semaines d'encre; permet des kilomètres d'écriture pour le prix d'un timbre; remplissage par tube coulissant.
- 3 Il donne plusieurs copies parfaites au carbone, grâce à sa plume de conception nouvelle.
- 4 Une fermeture de sécurité automatique assure le blocage constant du capuchon sur le corps du stylo.
- 5 Il garde à l'écriture toute sa personnalité; le débit de l'encre est constant, régulier, et le séchage est immédiat.
- 6 Parfait dans sa conception, il réunit tous les avantages de la plume, de la pointe et de la bille.

... ET TOUJOURS LA

*Qualité*

**GLOBE d'OR**

**16 photos par pellicule** **UNE RÉVÉLATION!**  
**LE REFLEX-48**  
 "LONGCHAMP" A RÉPÉTITION  
 POSE, INSTANTANÉ, LARGE VISEUR DÉPOLI  
**GRATUITEMENT** AUX 1.000 PREMIERS  
 LECTEURS: SUPERBE SACOCHE CUIR VÉRITABLE  
 LONGUE BANDOULIÈRE ET UNE PELLICULE  
 4 X 6 1/2

**1387 F**

REMBOURSEMENT  
 OFFICIELLEMENT  
 GARANTI  
 ENVOI CONTRE REMBOURSEMENT

**... livré à domicile**

**69 CIERPA SERVICE: 32**  
 , RUE ROCHECHOUART - PARIS (9°)  
 OUVERT TOUTS LES JOURS SAUF LE DIMANCHE



**Les Cloisons s'effacent..**

UN TÉLÉPHONE IDÉAL  
 EN HAUT PARLEUR  
 VOUS ASSURANT  
 UNE LIAISON DIRECTE  
 ET SÉPARÉE ENTRE  
 TOUTS VOS SERVICES

**avec INTERVOX**  
 S.A.R.L.

135 . AV. DU GÉNÉRAL MICHEL BIZOT ( 6 RUE VICTOR CHEVREUIL )  
 PARIS 12 - Tel. DID 03-92



Demander Notice 27.

Dans trois mois  
**Vous DESSINEREZ.**  
 de tels croquis

La méthode Marc SAUREL **LE DESSIN FACILE** fera de vous un excellent dessinateur.

"A ceux qui aiment le dessin je recommanderai votre école". Voilà ce qu'écrivit à Marc SAUREL un de ses élèves enthousiastes. Et un autre écrit: "Avec vous le dessin est un jeu passionnant". En effet, son nouveau cours par correspondance, "LE DESSIN FACILE", fruit de 35 ans d'expérience et de succès continus, est vivant, rapide, facile. Commencez dès aujourd'hui et vous pourrez aux prochaines vacances exécuter de ravissants croquis semblables à ceux qui sont reproduits ici.

**LE DESSIN FACILE**: Croquis, paysage, portrait, nu académique, etc., COURS SPECIAUX sur: Peinture, Illustration, Publicité, Mode, Dessin Animé, Dessin Industriel. Cours pour enfants de 6 à 12 ans.

Une jolie brochure-programme illustrée de 20 pages, véritable initiation à l'art captivant du dessin vous sera envoyée contre ce bon et 15 Frs en timbres. Précisez le genre qui vous intéresse.

**BON**  
 S. V. 26

**"LE DESSIN FACILE"**  
 11, Rue Képler — PARIS (16°)

BELGIQUE: 204, CHAUSSEE DROGENBOSCH UCCLE

**LE DESSIN INDUSTRIEL**  
**MÉTIER D'AVENIR**

Chez vous, à temps perdu, apprenez par correspondance le **DESSIN INDUSTRIEL** par les célèbres méthodes de l'École du « Dessin facile ». Outre les principes du dessin industriel, l'enseignement comporte les applications à la mécanique, architecture, topographie, chemins de fer, électricité, aviation, etc.

Aucune connaissance scientifique n'est exigée, aucun talent n'est nécessaire pour tirer un profit complet du Cours de Dessin Industriel. Il ouvre l'accès aux bureaux d'étude de toutes les industries et permet d'obtenir des situations très intéressantes et bien payées.

Demandez la notice-programme SV-27 (Section dessin industriel) au

**DESSIN FACILE**

11, rue Képler, Paris (XV°).  
 (Joindre 12 francs en timbres.)

*la pile Wonder  
vous conseille  
la nouvelle lanterne*

**"AGRAL"**

EN ALUMINIUM  
MOULÉ

Munie d'un feu rouge arrière

LÉGERE...

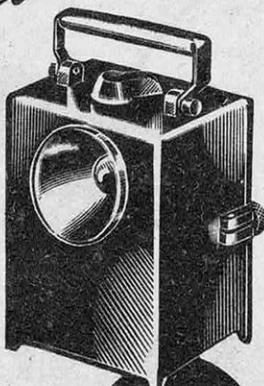
ROBUSTE...

SURE...

avec une ampoule de rechange

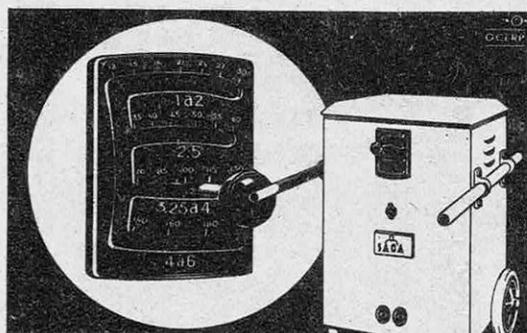
POIDS ÉQUIPÉE : 1 kg. 800

PRIX complète 1.691 frs



DURÉE  
50  
HEURES

*ne s'use que si l'on s'en sert.*



**3 postes**  
ULTRA MODERNES

Un seul levier règle auto-  
matiquement la tension  
d'amorçage et le courant de  
soudure.

S 150 pour électrodes de 10/10 à 4 mm.

S 250 pour électrodes de 10/10 à 6 mm.

S 350 pour électrodes de 15/10 à 8 mm.

soudure  
à l'arc

**SACA**

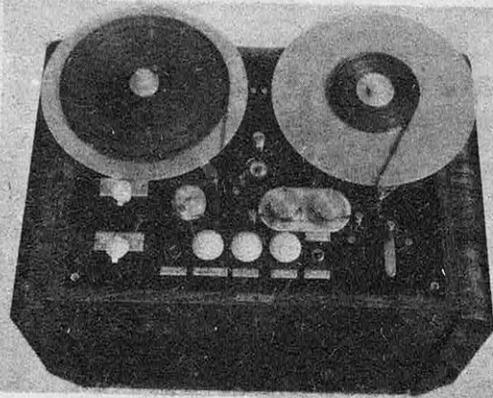
39, rue de Rome, Paris - Lab. 20-88

Le plus grand succès  
de la Foire de Paris

LE PREMIER APPAREIL FRANÇAIS  
D'ENREGISTREMENT SUR FILM  
MAGNÉTIQUE

**OLIPHONE**

quarante minutes d'audition  
sans interruption  
une reproduction impeccable  
pas de bruit de fond  
une bande inusable  
une bande effaçable  
un prix d'achat modique



UTILISATIONS : Copie des émis-  
sions radiophoniques, enregistrement de  
concerts, conférences, reportages, cinéma  
d'amateur, publicité, bals, sonorisation,  
enregistrement du courrier, etc...

DESCRIPTION, page XVII

LA MEILLEURE SECRÉTAIRE DU MONDE

NOTICE S. V. SUR DEMANDE

**Société OPELEM**

88, avenue Kléber - PARIS (XVI<sup>e</sup>)

PASy 96-58

# ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL

152, Avenue de Wagram  
PARIS (17<sup>e</sup>)

Enseignement par correspondance

**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 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, Sous-Ingénieur et Ingénieur.

C. A. P. : Préparation aux C. A. P. de Dessin, Électricité, Ajustage.

**BATIMENT** Cours de Commis, Métreurs et Techniciens.

**CONSTRUCTIONS AÉRONAUTIQUES** Cours de Monteurs, Techniciens Dessinateurs, Sous-Ingénieurs.

**AVIATION CIVILE** Brevets de navigateurs aériens, de Mécaniciens d'aéronefs et de Pilotes. Concours d'Agents techniques de l'Aéronautique et d'Ingénieurs militaires des Travaux de l'Air.

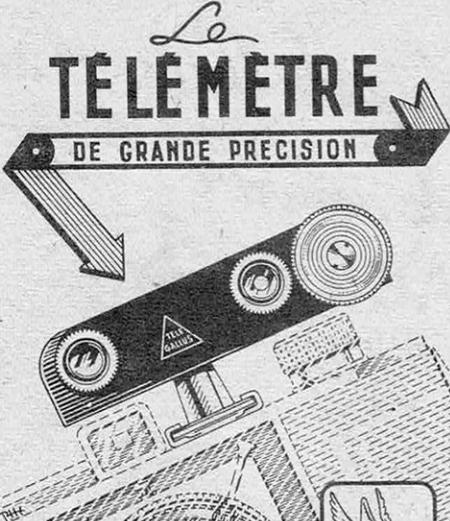
**MARINE MARCHANDE** Préparation à l'examen d'entrée dans les Écoles Nationales de la Marine marchande. Préparation au brevet d'officier mécanicien de deuxième classe.

**MARINE MILITAIRE** Préparation aux Écoles de Maistrance et d'Élèves Ingénieurs Mécaniciens.

**T. S. F.** Préparation aux carrières de la Radio, P. T. T., Aviation, Marine, Colonies, Construction industrielle, Dépannage.

Envoi franco du programme de chaque section contre 10 fr. en timbres ou mandats pour les Colonies et l'Étranger.

Le  
**TÉLÉMÈTRE**  
DE GRANDE PRÉCISION



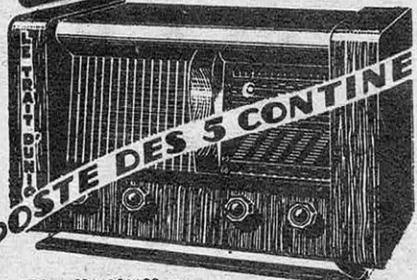
**GALLUS**

S'ADAPTE SUR TOUS LES APPAREILS PHOTOS

5<sup>e</sup> GALLUS (Photo)

R. U.

**9 GAMMES**  
RÉCEPTEUR MÉTROPOLITAIN ET COLONIAL 9 LAMPES  
PUSH PULL



LE POSTE DES 5 CONTINENTS

Dim. 62 x 38 x 33 cm

**6 BANDES ONDES COURTES ÉTALÉES**  
19 circuits accordés. Cerveau électronique  
HAUTE FIDÉLITÉ et BELIEF MUSICAL  
PLUS DE 200 STATIONS REÇUES  
avec la précision du Radar

DOCUMENTATION ILLUSTRÉE 16 PAGES. — Réf. 222  
avec schémas détaillés et réalisation descriptive  
par Géo MOUSSERON. Joindre 15 fr. en timbres.  
Env. documentation Colon. par avion. Joindre 375 fr.

**RADIO - SÉBASTOPOL**  
100, Bd SÉBASTOPOL, PARIS

Fournisseur des P.T.T., Préfectures, S.N.C.F., grandes Administrations  
VENTE A CRÉDIT - EXPÉDITIONS FRANCE ET COLONIES

RADIOS A.C. (RELEVÉ)



# FRUITONE

HORMONE VÉGÉTALE!

*Empêche le Fruit de tomber*

FRUITONE, pulvérisé sur les Fruits,  
en prévient la chute prématurée

FRUITONE pulvérisé sur les Fleurs,  
favorise la pollinisation, évite la coulure

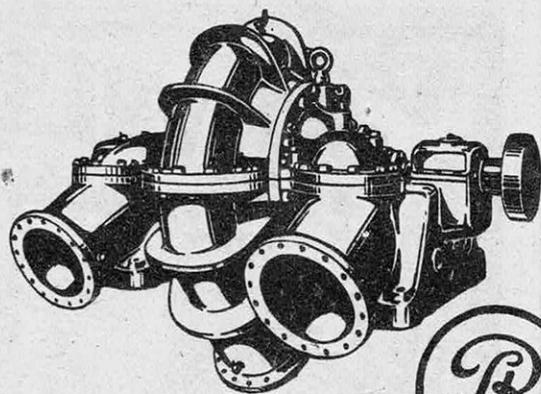
FRUITONE permet aussi d'obtenir  
des Tomates sans pépins.

Fabriqué sous licence de l'AMERICAN CHEMICAL PAINT Co  
par la

C<sup>IE</sup> F<sup>SE</sup> de PRODUITS INDUSTRIELS  
85, Rue Raymond-Teissère, Marseille - Tél.: D 94-28  
Usines : Marseille, Asnières  
Nous demander notices C

Ch. G.

**TRANSPLANTONE • ROOTONE • TUBERTONE • WEEDONE**



## SOCIÉTÉ RATEAU

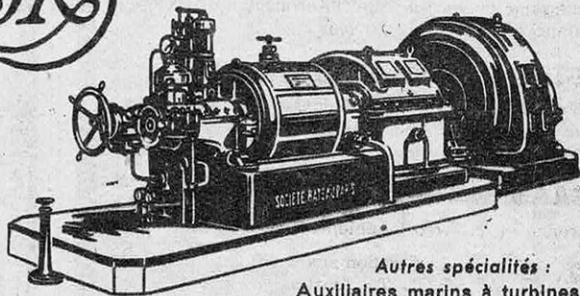
Société anonyme au capital de 152.000.000 de frs  
**LA COURNEUVE (Seine)**

Succursales et agences :

LILLE - NANCY - LYON - MARSEILLE  
ALGER - BORDEAUX - NANTES - TUNIS  
CASABLANCA - BRUXELLES - MUYSEN (Belg.)



TURBINES A VAPEUR  
ET TURBINES A GAZ  
POUR TOUTES APPLICATIONS  
POMPES CENTRIFUGES et AXIALES  
COMPRESSEURS, SOUFFLANTES  
ET VENTILATEURS  
CENTRIFUGES et AXIAUX  
COMPRESSEURS A PISTONS  
ROBINETTERIE INDUSTRIELLE



Autres spécialités :  
Auxiliaires marins à turbines  
Turbo-réacteurs  
Souffleries subsoniques et supersoniques  
Turbo-compresseurs de suralimentation



s'adressent à la C.S.T. qui expédie partout à lettre lue :

- films vierges 8, 9,5 et 16 mm.
  - tous accessoires cinéma
- et assure le développement des films 9,5 en 4 jours.

Profitez, vous aussi, des conditions et facilités que vous offre

## L. MOUSSEAU

DIRECTEUR DE LA C.S.T.  
46 RUE PAUL BERT. ANGERS

- Projecteurs, Caméras, tous formats.
- Films d'édition en vente ou location.

Une lettre à la poste et vous êtes servis en 48 h., c'est si simple et si économique.

Envois contre remboursement • Catalogues sur demande

Pub. M. EGILOFF

# STYLOMATIC

Le stylo à bille  
PERPÉTUEL POUR TOUS  
BON de GARANTIE  
un prix ..

# 385 Frs

un défi!

TECHNIQUE  
ÉLÉGANCE  
QUALITÉ

La cartouche de secours: 95<sup>f</sup>

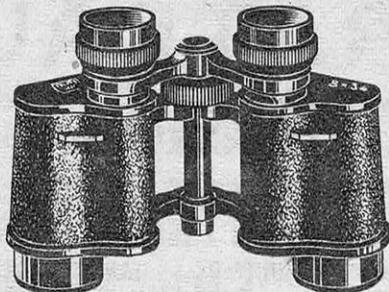
Echange standard des cartouches: 50<sup>f</sup>

REPRISE, ÉCHANGE ou REMBOURSEMENT OFFICIELLEMENT  
GARANTIS - ENVOI CONTRE REMBOURSEMENT

CIERPA 69 Rue ROCHECHOUART  
PARIS  
Service ouvert tous les jours sauf dimanche

## UNIQUE EN FRANCE !

Une affaire exceptionnelle



Jumelles à prismes, à écartement variable et molette de réglage centrale.

Haute précision 8x30, grand oculaire achromatique, métal léger, gainage peau.

Système optique à forte luminosité.

Champs 1.000 m. 110 m.

Robustesse, étanchéité parfaites

GARANTIE ABSOLUE par bulletin individuel, indispensable aux militaires, sportifs, chasseurs, touristes, etc...  
En montagne, à la mer, à la campagne.

Prix spécial aux lecteurs de cette revue, avec courroie en cuir véritable..... 4.450

Superbe étui havane cuir véritable, avec courroie bandoulière..... 1.250

Jumelle universelle, théâtre, sports, etc., avec étui en cuir..... 3.450

Tous frais compris

Envoi contre mandat joint à la commande ou contre remboursement.

Le nombre des jumelles étant limité, adressez vos commandes immédiatement au

COMPTOIR GÉNÉRAL FRANCE-SÉBASTOPOL  
100, boulevard Sébastopol, PARIS (III<sup>e</sup>)

# LES LIVRES

que vous cherchez

... nous les avons certainement !  
Venez nous rendre visite - ou passez votre commande à la

## LIBRAIRIE TECHNIQUE ET COMMERCIALE

28, RUE D'ASSAS, PARIS (6<sup>e</sup>)



**La Soudure  
Autogène Française**

Société anonyme au capital  
de 142.104.300 francs

Siège social :

**75, quai d'Orsay, PARIS (VII<sup>e</sup>)**

Tél. : INValides 44.30 à 37

FABRIQUE ET VEND TOUT  
CE QUI CONCERNE :

- Le Soudage Oxy-Acétylénique
- Le Soudo-Brasage
- L'Oxy-Coupage
- La Trempe superficielle
- Le Soudage Électrique à l'Arc
- Le Soudage à l'Hydrogène Atomique

**SOCIÉTÉ D'HORLOGÈRIE DU DOUBS**  
106, RUE LAFAYETTE - PARIS



**WATERPROOF  
STAINLESS**



ENVOI  
CONTRE  
REMBOURSEMENT  
OU MANDAT  
JOINT A LA COMMANDE

APR 4

- 25 B Homme, trotteuse centrale 4885
- 25 H Homme, petite trotteuse 2997
- 25 A Dame, verre optique 3485
- 25 D Homme, étanche de luxe 2626

**LA MONTRE DE QUALITÉ**

**POUR LE DESSIN**



N° 234  
(GRAPHITE)  
AUTRES MODÈLES:  
237  
(BLEU OU ROUGE)  
POUR LA POCHE:  
235-236  
(GRAPHITE)

*Vraiment  
parfaits!*

**CRAYONS  
MÉTALLIQUES**  
1<sup>ère</sup> **Marque**

328

**BAIGNOL  
& FARJON**  
MAISON FONDÉE EN 1850

MANUFACTURE NATIONALE  
DE BOULOGNE-MER

## EN STOCK

LE PLUS GRAND CHOIX D'OUVRAGES  
TECHNIQUES DE TOUTE LA FRANCE

**RADIO-MONTAGES 1948**, par Géo-Mousseron. Recueil de montages modernes contenant la description et les schémas grandeur d'exécution de 8 récepteurs de 2 à 7 lampes, alternatifs et tous courants, d'un récepteur batterie équipé avec les nouvelles lampes miniature, d'un ampli de 20 watts et d'un récepteur de télévision. Franco..... 330

**MANUEL PRATIQUE D'ENREGISTREMENT ET DE SONORISATION**. Le seul ouvrage complet et moderne sur cette question : Généralités. Facteurs de qualité d'une transmission. Microphones. Enregistrement sur cire. Reproduction des disques. Enregistrement sur film photo-sensible. Enregistrement sonore sur ruban d'acier. Reproduction des films d'enregistrement sonore. Matériel d'amplification B. F. Equipement des studios. Sonorisation. Acoustique des salles. Relevé des caractéristiques d'un H. P. L'installation des H. P. Franco..... 300

**LE DÉPANNAGE PRATIQUE DES POSTES RÉCEPTEURS RADIO**, par Géo-Mousseron. Enfin, un vrai traité de dépannage par le plus grand vulgarisateur de la radio. Tout y a été traité en détail et rien n'a été omis pour faciliter les recherches. Vérification des accessoires, de tous les types de récepteurs y compris monolampes et récepteurs à cristal, amplis B. F., tourne-disques, etc. Construction par l'amateur d'appareils de mesure et de contrôle, etc. Franco.... 195

**LA RÉCEPTION PANORAMIQUE**. Une nouvelle technique aux multiples applications. Spécialement recommandés aux amateurs d'émission et réception d'ondes courtes, ainsi qu'aux dépanneurs radio. Franco..... 180

**RADIO-FORMULAIRE**. Recueil de symboles, formules, normes, tableaux et renseignements divers réunis et commentés par M. DOURIAU. Une documentation substantielle qui aidera étudiants et praticiens à résoudre tous les problèmes de radio-électricité. Franco..... 180

**ÉMETTEURS DE PETITE PUISSANCE SUR ONDES COURTES**. Théorie élémentaire et montages pratiques, par Ed. CLIQUET (F8ZD). Circuits oscillants, lampes, montages auto-oscillateurs, montages oscillateurs à quartz, étage doubleur de fréquence et étage intermédiaire, étage amplificateur H. F. de puissance. Franco..... 370

**L'ÉLECTRICITÉ ET L'AUTOMOBILE**. Rappels de notions indispensables d'électricité. Principe, constitution, principaux types, branchement, entretien et dépannage des : accus, dynamos, chargeurs, démarreurs, etc. Tout ce qu'il faut savoir de l'allumage, de l'éclairage et de l'équipement radioélectrique. Franco..... 265

**LA PRATIQUE DE LA MOTO**. Tout ce qu'il faut savoir sur la moto et ses accessoires. La conduite, l'entretien et le dépannage rationnel. Nombreuses illustrations. Franco. 280

**MA MAISON**. Tout ce qui concerne la construction et l'entretien de la maison par l'amateur, les réparations et tous travaux accessoires, quelques plans-types sérieusement mis au point, donnés à titre d'exemple. Franco..... 245

**TRAITÉ PRATIQUE D'AUTOMOBILE**. Ouvrage moderne sur la théorie et la pratique des différents organes de l'automobile. Important chapitre sur le dépannage. Franco. 425

EN SOUSCRIPTION : OUVRAGES des ÉDITIONS LAROUSSE

**ASTRONOMIE, LES ASTRES, L'UNIVERS**. Mise en vente en juin 1948.

**NOUVEAU LAROUSSE UNIVERSEL EN 2 VOLUMES**. Le tome I sera mis en vente à la fin de l'année 1948. Profitez des conditions avantageuses offertes aux premiers souscripteurs. Contre 10 francs en timbres, vous recevrez pages spécimens et tous renseignements utiles sur ces 2 ouvrages.

Expédition immédiate contre mandat.

# SCIENCES et LOISIRS

17, av. de la République, PARIS-XI<sup>e</sup>

C. C. P. PARIS 3793.13

## J'ai enfin la place que j'enviais

Aucun de mes collègues ne voulait croire que je devais à la **MÉTHODE PELMAN** le poste important qui vient de m'être confié.

Mais ils ont dû se rendre à l'évidence quand je leur eus expliqué quels efforts de pensée, de mémoire, d'organisation, d'initiative, de volonté, j'ai pu accomplir chaque jour, grâce aux principes qui m'étaient enseignés.

Auparavant, j'avais un bon métier, mais je n'arrivais pas à m'imposer. En appliquant la **MÉTHODE PELMAN**, j'ai pu résoudre vite et bien tous les problèmes qui se présentaient dans ma profession, mes études, ma vie privée.

Cet entraînement par correspondance m'a passionné. Dès la première leçon j'avais plus d'assurance, de dynamisme, de jugement, de force de caractère, pour entreprendre et persévérer. Maintenant, mes chefs peuvent compter sur moi.

Vous tous qui enviez ceux qui réussissent, adoptez, comme eux, la **MÉTHODE PELMAN**. Sa vaste expérience vous ouvrira des horizons nouveaux et vous guidera vers le succès.

\* 1350 pages de conseils pratiques, lettres et corrections individuelles. Prix actuel du cours complet 4.000 fr. Indice 6,5. On peut aussi payer par mensualités. Demandez la brochure explicative n° VI-11 contre 20 fr. en timbres.

## INSTITUT PELMAN

176, boul. Haussmann, Paris (8<sup>e</sup>)

LONDRES  
DUBLIN  
AMSTERDAM  
STOCKHOLM



NEW-YORK  
MELBOURNE  
DELHI  
CALCUTTA, etc.

APRÈS  
L'AMÉRIQUE  
L'EUROPE ADMET  
LA SUPÉRIORITÉ DU  
STYLO A BILLE

POSSIBILITÉ D'OBTENIR  
PLUSIEURS COPIES.  
SÉCHAGE IMMÉDIAT.  
GRANDE DURÉE DE  
LA CHARGE D'ENCRE.  
PERMET LE DESSIN  
ET LA STÉNO

LE STYLO A BILLE

**VAILLANT**

*La joie d'écrire*

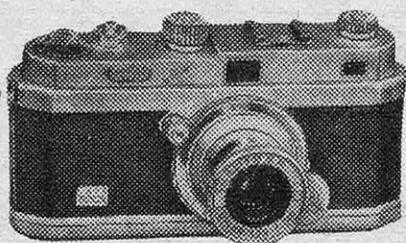
D'UNE CONCEPTION MODERNE, CONCRÉTISE LE RESULTAT DE PLUSIEURS ANNÉES DE RECHERCHES. FABRIQUÉ EN FRANCE, IL OFFRE LA CERTITUDE DE L'ÉCHANGE STANDARD DES CAPSULES DE RECHARGE D'ENCRE. C'EST DONC UN STYLO D'UN USAGE ILLIMITÉ, PRÉSENTATION ÉLÉGANTE, CONSTRUCTION ROBUSTE. ENVOYÉ AVEC BON DE GARANTIE.

**650<sup>F</sup>-10%**

REDUCTION DE 10% AUX LECTEURS  
QUI ENVOIENT CETTE ANNONCE  
OU LA BANDE D'ABONNEMENT.

ENVOYEZ 585 FRs AUX STYLOS VAILLANT  
3, AV. FRILLIÈRE, PARIS-16<sup>e</sup> - C. C. 2590-87

Dépôtaires demandés - Exclusivités régionales possibles



*Actuellement*

GRAND CHOIX  
AU

**PHOTO-HALL**

5, RUE SCRIBE - PARIS-9<sup>e</sup>

NOTICE SPÉCIALE GRATUITE  
CATALOGUE GÉNÉRAL 15 Frs.

## SPECIAL CAMPING

16. BOULEVARD VOLTAIRE. PARIS

11. COURS LIEUTAUD. MARSEILLE

17. Rue du MARECHAL JOFFRE. RENNES

**ACTUELLEMENT DISPONIBLES  
EN QUANTITÉ LIMITÉE...**

SACS couchage fourrés TROPAL,  
forme norvégienne... 3.390 frs

SACOCHE VÉLO Mle spécial  
pour grand tourisme. 2.325 frs

REMORQUES pour cyclo-  
tourisme montées sur pneus,  
poids 5kg., charge 60kg. 6.870 frs

KAYAKS RIGIDES à partir  
de 14.857 frs

KAYAKS pliants "Hart Sioux"  
— CANOÉS canadiens —

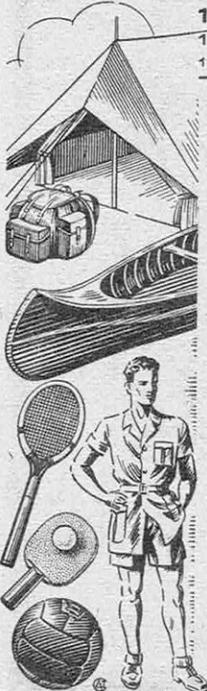
TENTES tissu Resistex pour  
3 campeurs

TENTES "Auto Camping" de  
3 à 5 personnes

SACS à dos - LITS de camp  
MATELAS Pneumatiques

TOUT l'équipement pour CAMP

Expédition Province.  
Tarif contre 10 francs.



*Ma Voiture!  
est un Veau!*

**STICOIDS**

LE FORTIFIANT  
DES MOTEURS FATIGUES

SUPERCARBURANT GRAPHITE  
DE CALAMINANT

Chez votre garagiste

La boîte d'essai de 40 com-  
primés (pour 200 litres)  
Franco : 64 frs, Payable par  
mandat, chèque bancaire ou  
chèque postal (Paris 329.72).



36, Bd de la Bastille, Paris-12<sup>e</sup>



**CECI N'EST PAS UN COMBAT DE NÈGRES SOUS UN TUNNEL...**

...Mais une excellente photo prise dans une station de métro : tous les détails y sont. L'ambiance exacte est parfaitement rendue :

**FAITES-EN AUTANT !**

Vous le pouvez très facilement si, comme l'acteur de cette photo, vous utilisez un « SEM 24 x 36 ». L'objectif du « SEM », ouvert à F : 2,9, le lui a permis.

À l'autre bout des possibilités du « SEM », vous pourriez prendre une voiture de courses à pleine allure puisque son obturateur stoppe le mouvement au 1/200 de seconde.

Voici d'ailleurs résumées les caractéristiques du « SEM ».

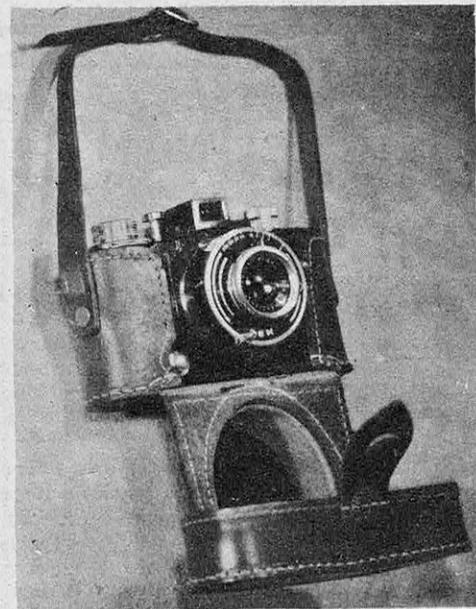
Poids : 400 gr. Dimensions : 11 x 7 x 7 cm.

Format : 24 x 36 mm. sur Film Stand Ciné à perfor.

Nombre de vues : 36. Object : Angéieux F : 2,9 de 45 mm. de foyer. Obtur. : pose et instant. en 8 vit. (1 sec. à 1/200 sec.).

Retardt. (pour se photographier soi-même). Déclench. sur le bottier. Viseur supérieur lumineux (type Gallée). Blocage des vues (évit. les doubl. expos.). Table de pose (indiqu. les ouvert.

de diaphrag. pour toutes condit. de lumière). Diaphragme à 6 positions (2,9 à 16). Table de profondeur de champ (indiqu. les distances extrêmes pour la plus grande netteté). Sac en cuir glacé « Toujours prêt » (permet de photographier sans sortir le « SEM »).



**PRIX DU « SEM » :** 10 950 Fr. (Il existe un modèle plus simple ayant les mêmes caract., mais sans disposit. de retardt et av. seult 4 vit. d'instant. du 1/25 au 1/200 sec. Prix : 9600 fr.)  
Sac « Toujours prêt » : 1065 fr. Charge de films pour 36 vues : 281 fr.

Vous pouvez acquérir un « SEM » dès maintenant en adressant votre commande aux :

**ETABLISSEMENTS STUDIO-WAGRAM**

50, avenue de Wagram, Paris (17<sup>e</sup>)

Il vous sera livré direct. chez vous par poste ou env. recommandé (franco de port et emball.) avec bulletin individuel de garantie (valeur trois ans) et Manuel d'Instructions.

Paiement contre remb. ou à la commande.

Un « SEM » s'achète au studio Wagram.

... de  
l'électrophone  
de  
salon  
aux  
plus importantes  
sonorisations  
de stades, foires,  
usines, églises,  
manifestations de  
plein air,  
la  
qualité musicale



**LA VOIX DE SON MAITRE**  
est indiscutée

# SCIENCE ET VIE

Tome LXXIII - N° 369

Juin 1948

## SOMMAIRE

- ★ Une conception d'avenir en radionavigation, par Jean Queille ..... 321
- ★ La soudure électrique, par Jean-Claude Lemercier..... 329
- ★ Pierres précieuses irradiées, par Jean Castellan..... 338
- ★ Projectiles à réaction et armes de chasse, par Camille Rougeron..... 340
- ★ Comment on étudie la géologie des sédiments sous-marins, par V. Romanovsky..... 350
- ★ Les secrets de la vision des couleurs, par Ernest Baumgardt. 357
- ★ Cristaux piézoélectriques artificiels, par Henri François... 366
- ★ A côté de la Science, par V. Rubor..... 371



La soudure à l'arc n'est qu'un des aspects multiples que peut revêtir la soudure électrique. Soudure par points, soudure à la molette, soudure par rapprochement, soudure par haute fréquence, soudure à l'arc, soudure à l'hydrogène atomique, soudure à l'arc en atmosphère d'argon pour les métaux légers sont en effet les principales techniques de soudure électrique qui viennent s'ajouter aux procédés de soudure autogène au chalumeau (oxyacétylénique ou oxyhydrique) pour réaliser une gamme de méthodes apportant une révolution complète dans la construction aéronautique, automobile, navale ou ferroviaire, ainsi que dans toutes les industries métallurgiques. La couverture de ce numéro représente un ouvrier en train d'effectuer une soudure à l'arc. Un masque protège son visage contre les projections, et, surtout, un verre fumé très foncé protège ses yeux contre le rayonnement véritablement aveuglant, parce que très riche en ultraviolets, de l'arc électrique. (Voir l'article page 329 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.  
Chèque postal : 91-07 Paris. — Adresse télégraphique : SIENVIE Paris.  
Publicité : 24, rue Chauchat, Paris (IX<sup>e</sup>). Téléphone : Provence 70-54.  
Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays.  
Copyright by « Science et Vie », Juin mil neuf cent quarante-huit.

**ABONNEMENTS.** — A franchise simple : France et Colonies, 500 francs.  
Recommandé : 700 francs. — Étranger : 750 francs ; recommandé, 1 000 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 10 francs en timbres et de la dernière bande d'envoi.

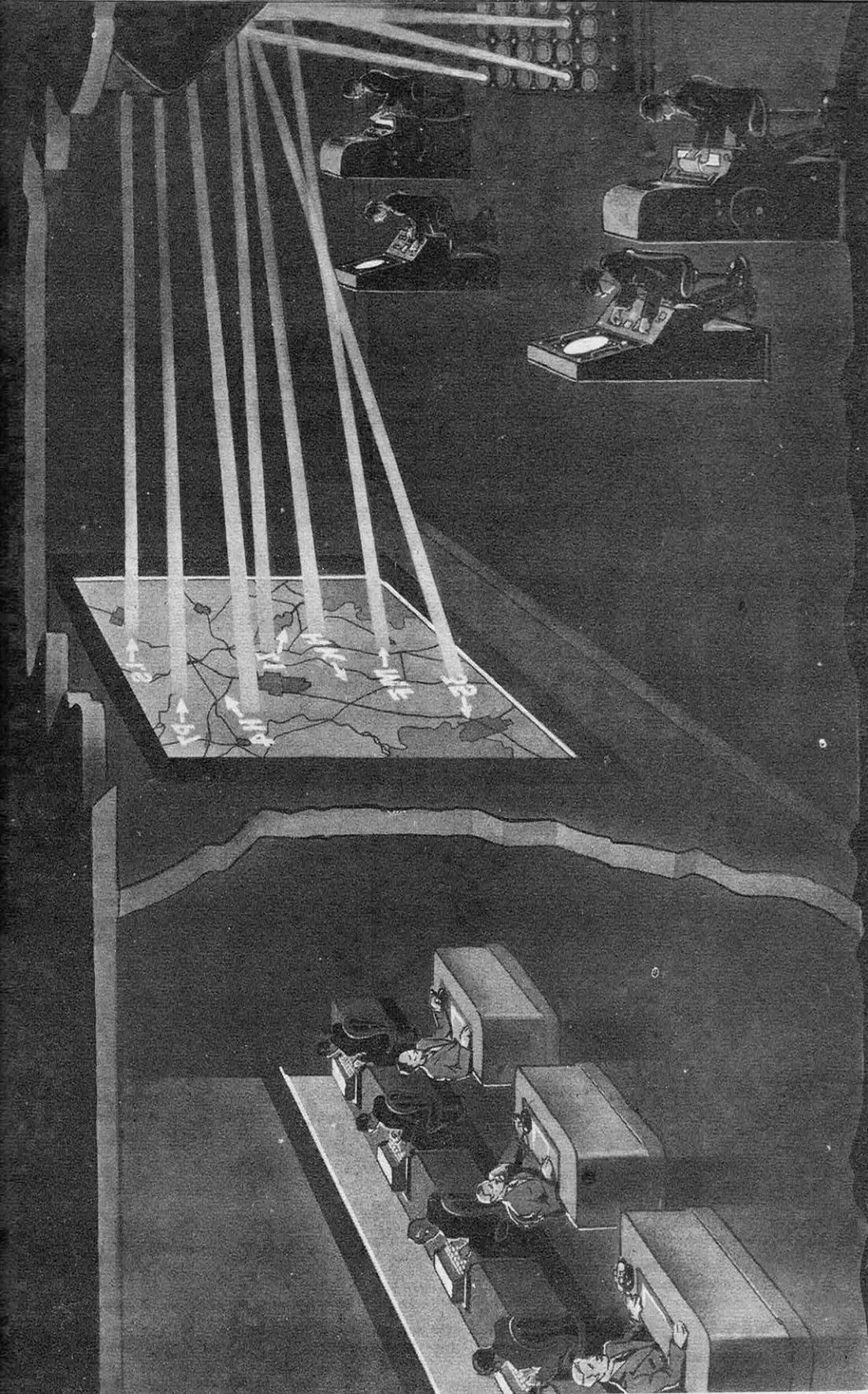


FIG. 1. — UNE INSTALLATION DE « NAVASCREEN »

A droite, la salle de projection dans laquelle un certain nombre d'opérateurs, installés devant des pupitres de commande, déchiffrent les données des écrans panoramiques et des signaux de télécommande et manipulent en conséquence des manettes qui commandent

les projecteurs groupés en un banc compact. A gauche, la salle des contrôleurs, qui suivent sur l'écran transluclide séparant les deux salles l'ensemble de la circulation aérienne autour de l'aérodrome et font transmettre leurs ordres par téléphone ou télétype.

# UNE CONCEPTION D'AVENIR EN RADIONAVIGATION

par Jean QUEILLE

Les très nombreux systèmes de radionavigation actuellement existants, en cours d'expérimentation ou même encore à l'étude, présentent, dans l'ensemble, le grave défaut d'un manque d'homogénéité qui oblige les avions des routes internationales à s'équiper de multiples appareils de bord plus ou moins encombrants, de maniement souvent très délicat et dont certains restent inemployés lorsqu'ils ne correspondent pas à l'infrastructure existant sur la zone survolée. Le système de navigation étudié par la Federal Telephone and Radio Corporation se propose de couvrir le globe d'un réseau de stations pour la longue navigation et d'équiper les aéroports de systèmes de contrôle et de guidage qui permettront à tout pilote de prendre le départ, de choisir son itinéraire, de conserver la route choisie ou de se dérouter en cas de nécessité, d'éviter les collisions et d'atterrir en toute sécurité par tous temps et en respectant les consignes de circulation à l'approche des aéroports et sur la piste même, tout cela en se fiant uniquement aux indications des quelques cadrans placés sur son tableau de bord. Ces indications, d'ailleurs, pourraient être très facilement appliquées à la commande d'un pilote automatique. Un tel système représente évidemment l'idéal pour la navigation aérienne de l'avenir, s'il n'entraîne pas un équipement trop coûteux. Les infrastructures actuellement existantes sont très insuffisantes, et la sécurité de la navigation aérienne exige qu'on généralise sans tarder sur les « réseaux » en exploitation celui des systèmes de radionavigation que l'expérimentation aura montré le plus sûr et le plus économique.

La technique radioélectrique a apporté au problème de la navigation aérienne des solutions très variées (1). L'héritage de la guerre a laissé de par le monde une infrastructure radioélectrique extrêmement disparate, qui comprend des anciens systèmes comme des nouveaux et entretient ainsi une grande complication du travail des équipages, des dépenses improductives et excessives pour l'équipement de bord et l'infrastructure, tout en demeurant insuffisante en densité, et impuissante encore à abaisser de manière satisfaisante le nombre des accidents aériens.

L'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (O. A. C. I.), qui groupe toutes les nations du monde ayant une aviation marchande, sauf l'U. R. S. S. et l'Espagne, a tenté un effort d'unification, d'ailleurs non seulement en radionavigation, mais pour toutes les branches de la technique aéronautique. Et, dans certaines de celles-ci, des résultats positifs ont déjà été acquis. Mais, en radionavigation, le progrès est médiocre. Un gros obstacle réside, en effet, dans l'opposition des conceptions en présence. Pour la radionavigation à grande distance, par exemple, la technique américaine s'en tient au balisage de routes aériennes (« ranges »), tandis que les Anglais préfèrent le balisage de surface (navigation plane) : mais cette deuxième concep-

tion, plus intéressante du point de vue couverture, car elle laisse le libre choix de l'itinéraire et entraîne une moins grande densité de circulation, fait appel, le plus souvent, à une technique

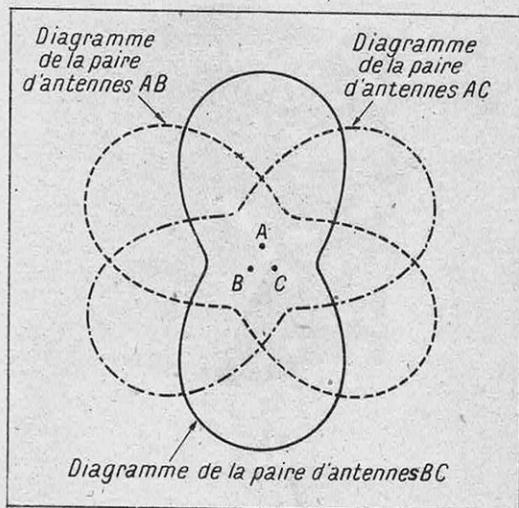


FIG. 2. — LE DIAGRAMME D'ÉMISSION DES ANTENNES « NAVAGLOBE »

Les trois antennes A, B et C rayonnent successivement deux à deux; les intensités de rayonnement dans les diverses directions sont indiquées par les trois diagrammes ci-dessus.

(1) Voir : « Le Radar » (Science et Vie, n° 338, décembre 1945); « La navigation Decca » (n° 374, août 1946); « La radionavigation » (n° 349, octobre 1946); « L'atterrissage dans la brume » (n° 356, mai 1947); « La navigation aérienne et la radio » (n° 365, février 1948); « La circulation aérienne » (n° 367, avril 1948).

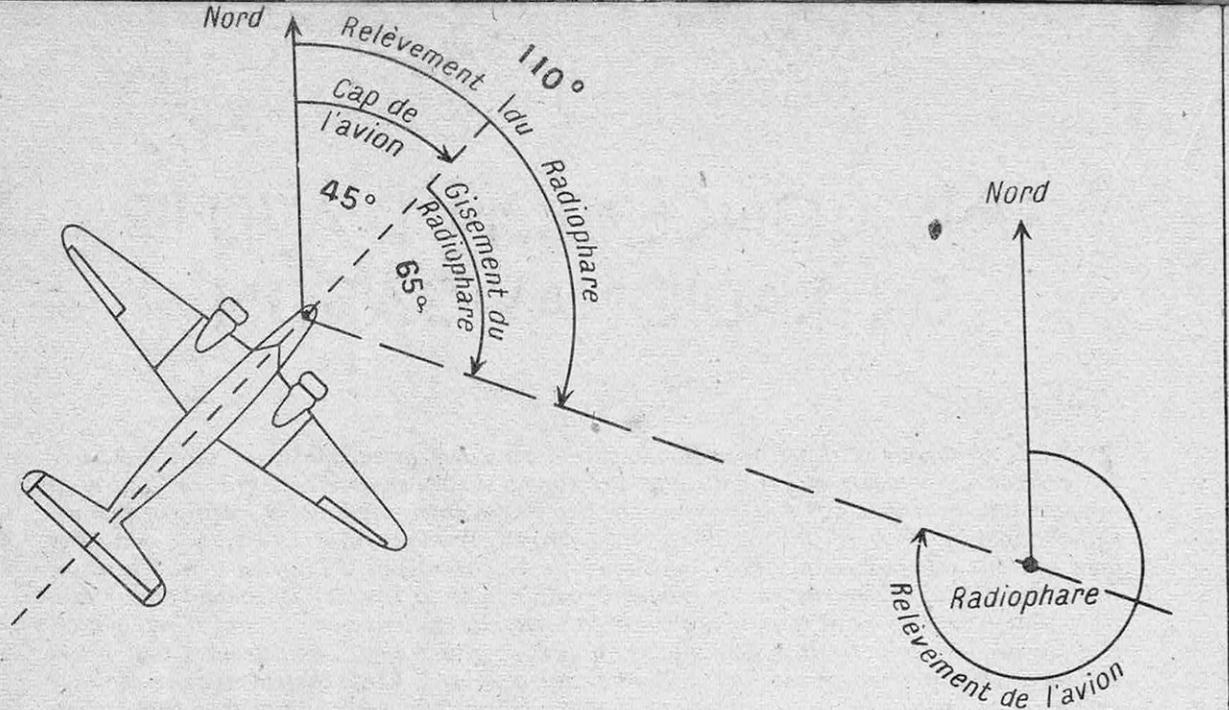


FIG. 3. — LES ANGLES INTERVENANT EN NAVIGATION

Les positions représentées sont celles qui correspondent aux indications des cadrans sur la figure 4 : relèvement  $110^\circ$  cap  $45^\circ$ , gisement  $65^\circ$  (relèvement = cap + gisement).

de navigation hyperbolique exigeant le report des indications des appareils de mesure sur des cartes spécialement carroyées, et demeure inapplicable actuellement au pilotage automatique.

Pour ces différentes raisons, — et ceci sera un jour tout bénéfique pour l'aviation, — la technique continue à être en pleine évolution, et les bureaux

d'études persistent dans la recherche de systèmes dont la supériorité sur les autres sera suffisante pour imposer leur adoption dans toutes les parties du monde, et qui feront rattraper à la radionavigation le retard considérable qu'elle a pris par rapport à la fabrication aéronautique.

Parmi les procédés en cours d'étude et de

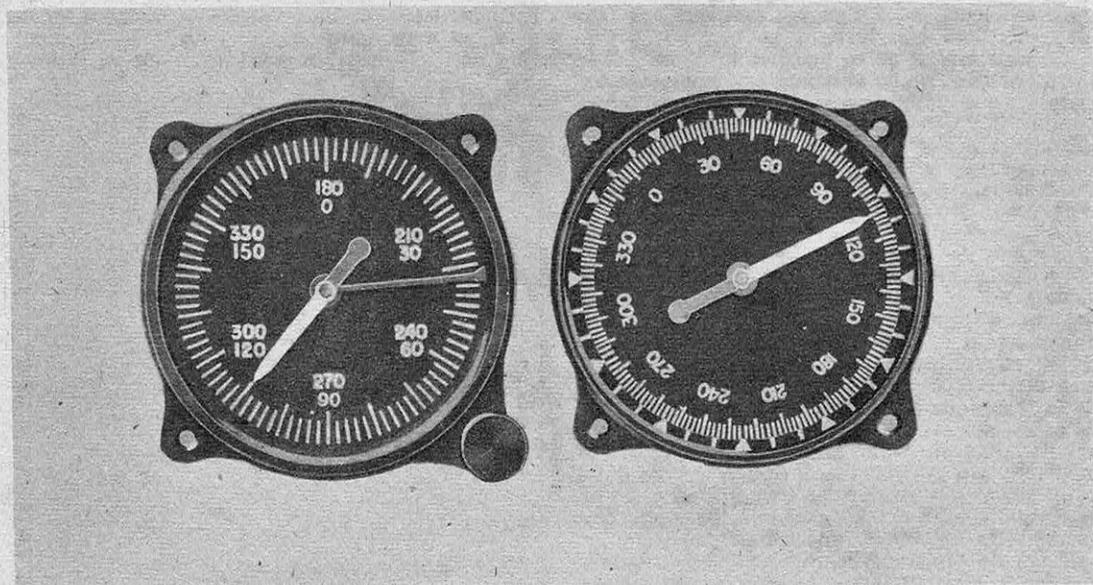


FIG. 4. — LES CADRANS INDICATEURS DU SYSTÈME « NAVAGLOBE »

Le cadran à gauche indique le relèvement (azimut) de l'avion par rapport au radiophare. L'aiguille de sélection, réglable à l'aide d'un bouton, permet de faire du « homing » vers la station; dans ce cas, la coïncidence imparfaite des deux aiguilles peut se traduire par des signaux « droite-gauche » sur un autre cadran ou actionner un pilote automatique. Le cadran de droite est celui du radiogoniomètre automatique; l'échelle extérieure fixe fournit le gisement du radiophare par rapport à l'axe de l'avion, la graduation intérieure mobile, liée au compas de bord, fournit le relèvement du radiophare et contrôle les indications du cadran de gauche.

perfectionnement, ceux proposés par la *Federal Telephone and Radio Corporation*, ou, plus exactement, par sa filiale *Federal Telecommunication Laboratories*, sont remarquables parce qu'ils constituent un ensemble cohérent, tendant à donner aux équipages comme aux contrôleurs d'aéroport le plus de renseignements possible sous la forme la plus facilement exploitable et en simplifiant au maximum le matériel de bord, et cela en ce qui concerne aussi bien la navigation à grande, moyenne et courte distance que le contrôle et la sécurité de la circulation à proximité des aéroports et l'atterrissage.

Ces systèmes comportent le « Navaglobe », le « Navar », le « Navaglide » et le « Navascreen », noms qui se rapportent à des fonctions diverses et également essentielles :

— le « Navaglobe » à la navigation à grande distance sur terre et sur mer ;

— le « Navar » au contrôle et à la sécurité de la circulation aérienne dans les zones encombrées ;

— le « Navaglide » à l'atterrissage par mauvaise visibilité (avec possibilité de pilotage automatique) ;

— le « Navascreen » à la représentation synthétique, continue et facilement exploitable dans un centre de contrôle, de tous les renseignements nécessaires à la coordination des mouvements des avions.

### Le « Navaglobe »

L'émetteur est un radiophare *omnidirectionnel*, c'est-à-dire que les caractéristiques du signal émis sont différentes dans les divers azimuts. On conçoit donc que, combiné avec cet émetteur, un récepteur approprié placé à bord d'un avion et comportant un cadran et une aiguille indique le *relèvement* (ou *azimut*) de l'avion par rapport à l'émetteur (fig. 4, cadran de gauche).

L'émetteur au sol utilise trois antennes disposées en triangle équilatéral et rayonnant successivement deux à deux sur une bande de fréquence couvrant environ 20 cycles (fig. 2). Les trois signaux successifs sont séparés dans le récepteur de bord et appliqués à un mécanisme qui fournit l'indication requise par un procédé de comparaison de vecteurs, et dont la fonction est identique à celle qu'assurerait un appareil comportant trois bobines disposées à 120° et une aiguille aimantée s'orientant dans le champ résultant, si les signaux étaient reçus simultanément par trois récepteurs distincts, les appliquant aux trois bobines.

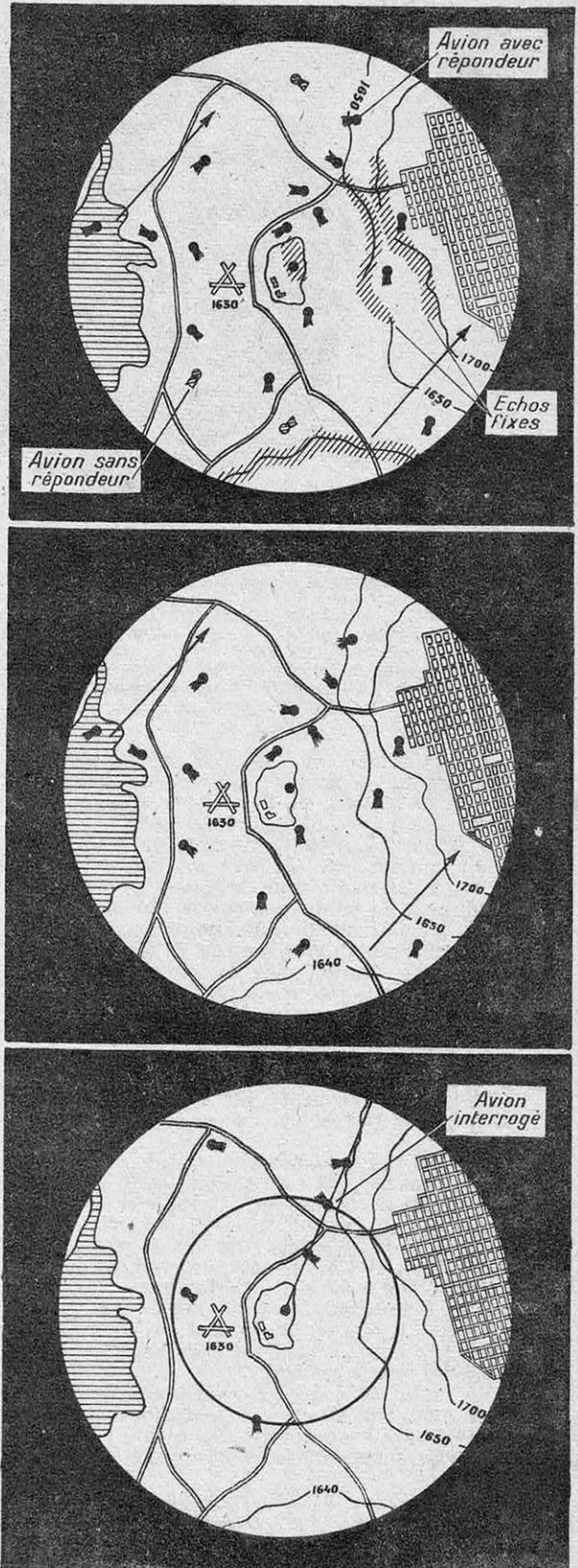


FIG. 5. — ÉCRANS DES RADARS PANORAMIQUES DU SYSTÈME NAVAR

Sur le premier (radar primaire) apparaissent tous les avions volant dans la zone de surveillance et les obstacles environnant l'aérodrome. Sur le second (radar secondaire) apparaissent seulement les avions munis d'un répondeur. Sur le troisième (radar secondaire sélectif) apparaissent seulement les avions dont le répondeur est accordé sur la fréquence de l'aéroport. Les réponses sont codées en identité et en altitude, d'où la possibilité de faire disparaître des deuxième et troisième écrans tous les appareils qui ne sont pas compris entre deux altitudes choisies à volonté. Sur le troisième écran, un repère radial et un repère circulaire, effaçables à volonté, mobiles et liés à l'interrogateur radar, permettent d'interroger sélectivement un appareil déterminé (celui dont l'image se trouve à la croisée de ces repères) et de lui transmettre des ordres codés. Sur chaque écran est superposée optiquement, au moyen d'un miroir transparent, une carte de la région.

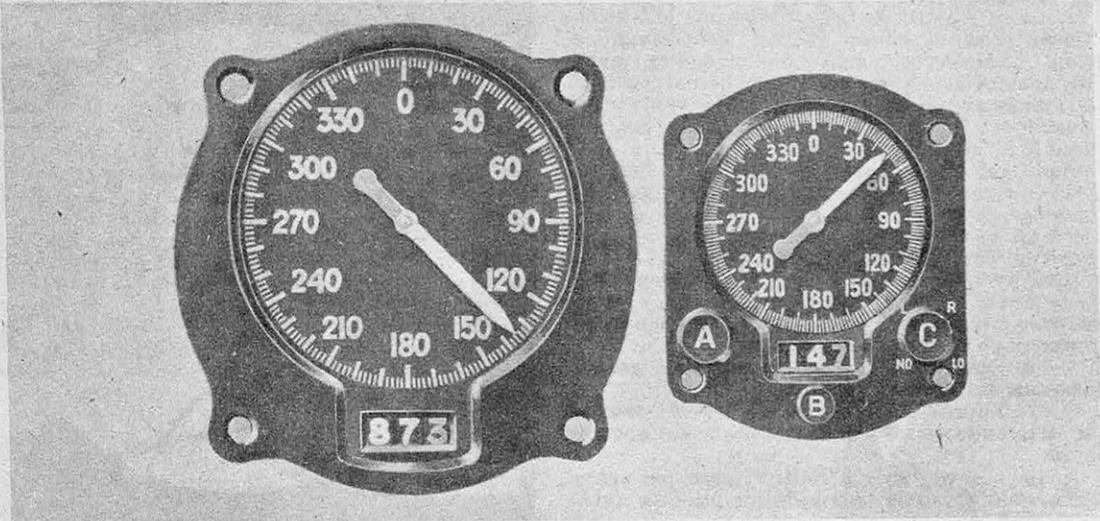


FIG. 6. — INDICATEURS DE BORD DU SYSTÈME NAVAR

A gauche, indicateur d'azimut et, au-dessous, indicateur de distance. A droite, sélecteur de route (ou « computer »); au moyen des boutons A et B, on y affiche le cap de la route choisie et la distance à laquelle elle passe de l'émetteur; le bouton C est placé sur L (left) ou sur R (right) suivant que la route passe à gauche ou à droite de l'émetteur; dans ces conditions, on obtient sur le cadran du « Navaglide » (voir fig. 9) l'indication « droite » ou « gauche » permettant de se maintenir sur cette route. Si, au contraire, on veut orbiter, c'est-à-dire tourner autour de l'émetteur à distance constante (attente du tour d'atterrissage), on affiche cette distance en tournant le bouton B, on place le bouton C sur l'indication NO (orbite normale) ou CO (orbite en sens contraire), et la même aiguille droite-gauche permet de se maintenir sur l'orbite choisie.

Le relevement sur deux émetteurs distincts (par simple changement d'accord du récepteur) définit la position de l'avion par recoupement, éliminant ainsi l'ambiguïté de  $180^\circ$ .

Une particularité intéressante du système est que, l'antenne réceptrice étant constituée par le cadre tournant d'un radiocompas ordinaire, on dispose en même temps, avec un seul récepteur, d'une seconde indication : le gisement de l'émetteur par rapport au cap de l'avion (fig. 4, cadran de droite). Sur le cadran du radiocompas, la rose graduée de 0 à  $360^\circ$ , au lieu d'être fixe, n'est autre qu'une répétition du maître-compas; on lit ainsi directement sur ce cadran non seulement le gisement de la station (par rapport au cap de l'avion) sur l'échelle extérieure fixe, mais également, sur l'échelle intérieure mobile, son relevement ou azimut (par rapport au nord).

Si tout fonctionne normalement, l'azimut de l'avion par rapport à la station (fig. 3) étant égal à l'azimut de la station par rapport à l'avion, augmenté ou diminué de  $180^\circ$  (pour être exact, il faudrait tenir compte de la convergence des méridiens), il s'ensuit que les indications des cadrans de gauche et de droite doivent être identiques, à  $180^\circ$  près. Cette double lecture permet un contrôle mutuel des indications fournies. En effet, le mesureur d'azimut peut être soumis aux causes d'erreur suivantes :

- ondes réfléchies au voisinage de l'émetteur, modifiant les intensités relatives des rayonnements des trois couples d'antennes ;
- dérèglement dans le déphasage des signaux de l'émetteur ;
- dérèglement du détecteur du récepteur ;
- dérèglement de l'équipement de commande de l'aiguille indicatrice d'azimut.

Ces causes n'affectent pas le radiocompas,

qui est sujet de son côté aux possibilités suivantes de mauvais fonctionnement :

- erreurs de polarisation ;
- erreurs dans l'alignement du cadre par rapport au champ de l'émetteur ;
- dérèglement de l'équipement de commande de l'aiguille indicatrice de gisement.

On voit qu'aucune des causes d'erreur possible n'étant commune aux deux appareils, ceux-ci se contrôlent mutuellement, et c'est en cela que consiste un des progrès du système, car un dérèglement d'appareil passant inaperçu est plus dangereux en navigation qu'une panne complète.

Le cadran mesureur d'azimut exécute deux révolutions complètes pour mesurer  $360^\circ$ , ce qui double la précision de la lecture. Une seconde aiguille, en couleur, permet au pilote de sélectionner et de suivre par juxtaposition des deux aiguilles une route quelconque passant par la station émettrice.

Des recherches effectuées, il résulte qu'un total de 75 stations émettrices couvriraient entièrement la surface terrestre, à l'exception de la calotte polaire australe (chaque point doit se trouver dans le champ d'au moins deux stations pour que le relevement soit possible). Il faudrait que les émetteurs aient une puissance d'une dizaine de kilowatts dans les pays tempérés, de 100 kW dans les pays tropicaux, leur assurant, sur des fréquences comprises entre 75 et 125 kilocycles, une portée de 1 500 milles marins (environ 2 800 km) dans 99 % des cas.

Pour les usages militaires, une modification peut être apportée au récepteur pour augmenter la précision; elle consiste à multiplier les révolutions de l'aiguille d'azimut, une révolution ne correspondant plus qu'à 10 ou  $12^\circ$  de variation d'azimut.

**Le « Navar »**

Le « Navar » est un ensemble de combinaisons mettant en œuvre le principe du radar. Il assure séparément ou simultanément huit fonctions (indiquées ci-après en italique), dont cinq concernant le contrôle au sol et trois les indications fournies au pilote.

Les contrôleurs placés au sol disposent de trois écrans radar panoramiques (fig. 5). Le premier permet une reconnaissance générale du trafic aérien par un radar « primaire », c'est-à-dire un radar qui utilise la réflexion des ondes électromagnétiques sur tous les avions présents dans le champ d'observation, quel que soit leur équipement de bord. Un tel radar reçoit des échos permanents provenant des obstacles fixes et est sujet au brouillage parasite. Seul, il ne peut donner entière satisfaction. Aussi fait-on appel ensuite à un radar « secondaire », c'est-à-dire que l'émetteur au sol joue le rôle d'un « interrogateur », qui provoque le fonctionnement d'un émetteur de bord, un « répondeur » dont les impulsions, en général sur une fréquence différente de celle de l'émission au sol, sont seules enregistrées sur l'écran cathodique. Ainsi le contrôleur reconnaît les seuls avions équipés de répondeurs. L'image est bien plus claire et plus précise que l'image précédente. D'autre part, le contrôleur à ce radar réserve son attention aux avions spécialement équipés, le rôle du contrôleur sur le premier radar se bornant, par comparaison avec l'autre, à déceler les « intrus » éventuels (une image du radar secondaire est superposée en couleur différente — orangée — à celle du radar primaire — jaune). Mais, en outre, les « réponses » radar peuvent être « codées », et l'avion transmettra ainsi de précieux renseignements complémentaires : il fera connaître non seulement son identité, mais encore son altitude, mesurée grâce à un mécanisme barométrique anéroïde. Le contrôleur peut ainsi, pour la durée qui lui convient, « effacer » de l'écran tous les avions qui ne se trouvent pas dans une tranche d'altitude déterminée. Supposons que l'on veuille vérifier qu'un avion, entrant à l'altitude 1 000 m dans la zone contrôlée, ne se rapproche dangereusement d'aucun autre avion : on règle l'effaceur de façon que seuls apparaissent sur l'écran les appareils évoluant entre 800 et 1 200 m. Ce perfectionnement pallie donc en partie le défaut inhérent à l'emploi du radar en aviation et qui est de donner des vues planes, où

l'on ne peut, par conséquent, estimer les différences d'altitude.

Dans une région où circulent beaucoup d'avions, par exemple aux abords d'un aéroport important, on ne se préoccupe pas seulement d'éviter aux avions de se rapprocher dangereusement les uns des autres (nécessité primordiale de sécurité), mais aussi de faciliter l'approche des avions tenant un horaire fixe à destination de la zone en question (fonction importante de régularité). Ce sera le rôle d'un troisième radar, analogue au second, avec cette différence qu'il ne donnera que les images des avions dont le répondeur est accordé sur une fréquence prédéterminée.

Cette combinaison de trois écrans radars offre de grands avantages en permettant la discrimination rapide des catégories d'avions (avions non équipés de répondeurs, avions équipés de répondeurs, avions sélectionnés désirant atterrir) et du fait que sur chaque écran on projette, en superposition sur l'image radar, une carte lumineuse de la région.

Le contrôleur au sol a la possibilité de choisir un avion particulier, qu'il voit comme un point sur son écran, et d'obtenir par une méthode auto-

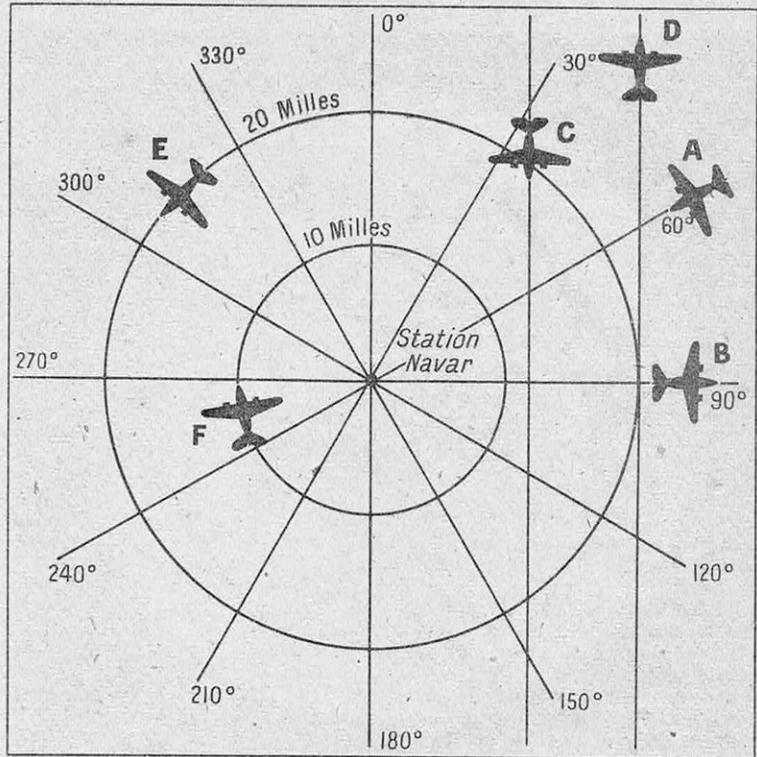


FIG. 7. — COMMENT UN AVION CHOISIT, GRACE AUX INDICATEURS NAVAR DE SON TABLEAU DE BORD, LA ROUTE QU'IL DÉSIRE CONSERVER, PAR RAPPORT A LA STATION D'ÉMISSION

A et B, avions se dirigeant vers l'émetteur ou s'en éloignant : le pilote utilise son « computer » (fig. 6) en lui faisant afficher l'azimut fourni par l'indicateur d'azimut (60° ou 90°) et la distance zéro. — C, avion survolant une route nord-sud décalée de 12 milles à l'est de l'émetteur : le pilote affiche : azimut 180, décalage 12, L (gauche). — D, avion se dirigeant vers le nord et passant à 20 milles à l'est de l'émetteur : le pilote affiche : azimut 0, décalage 20, R (droite). — E, avion orbitant dans le sens normal à 20 milles de l'émetteur : le pilote affiche : décalage 20, NO. — F, avion orbitant dans le sens des aiguilles d'une montre à 10 milles de l'émetteur : le pilote affiche : décalage 10, CO.

matique des renseignements détaillés et exacts sur l'identité et l'altitude de cet avion. Il règle pour cela une paire de fils, qui deviennent visibles lorsqu'il tourne un commutateur, de manière qu'ils se croisent sur le point en question. L'un de ces fils a la forme d'une ligne droite radiale, qui peut être inclinée à volonté et qui est liée à l'orientation d'une antenne directionnelle émettant un faisceau étroit qui se trouve ainsi dirigé vers l'avion. L'autre fil a la forme d'un cercle dont on règle le rayon, ce qui, en même temps, règle en fonction de la distance l'espacement d'impulsions doubles envoyées par l'antenne directive. Ces impulsions sont filtrées à bord de l'avion par une fenêtre réglée elle-même en fonction de la distance (nous verrons un peu plus loin que la distance à laquelle il se trouve est communiquée à l'avion), de sorte que, seul, l'avion particulier situé dans l'azimut choisi et à la distance choisie peut les recevoir. Lorsque le contrôleur au sol presse le bouton d'interrogation, l'avion sélectionné signale automatiquement son identité et son altitude, qui apparaissent sur un compteur et des disques numérotés. Si, au lieu de presser le bouton d'interrogation automatique, le contrôleur presse un des boutons de commande à sa disposition,

il transmet à l'avion sélectionné des ordres ou des questions codés, par exemple : « Virez à gauche », « Montez à 300 m », « Répondez sur fréquence N », etc., qui apparaîtront sous forme visuelle sur le tableau de bord et dispenseront de communiquer avec le pilote par la radiotéléphonie.

Sur le tableau de bord de l'avion sont installés un *indicateur d'azimut* et un *indicateur de distance* (fig. 6, à gauche). Le premier est relié à un récepteur, qui utilise le faisceau tournant du radar au sol comme radiophare ; ce dernier émet un signal particulier dans toutes les directions quand le faisceau passe par le nord ; la mesure du temps qui s'écoule entre la réception de ce signal et le passage sur l'avion du faisceau radar fournit les éléments nécessaires au fonctionnement de l'indicateur d'azimut. Quant à la distance, elle est fournie de la manière classique par un radar « secondaire » avec émetteur de bord et balise répondeuse au sol près de la station : un mécanisme automatique mesure le temps qui s'écoule entre les émissions et les réponses.

Le pilote volera à azimut constant, s'il se rapproche ou s'éloigne directement de la station ; il volera à distance constante s'il décrit une route circulaire autour de la station, par exemple pour attendre son tour d'atterrissage. Pour un

vol en ligne droite ne passant pas par la station, un « contrôleur de décalage » (fig. 6, à droite), sur lequel le pilote affiche le cap de sa route et la distance à laquelle celle-ci passe de la station (fig. 7), lui permet de se maintenir sur la route choisie, soit automatiquement, soit d'après les indications d'une aiguille droite-gauche (celle de son « Navaglide »).

Enfin, il est évident qu'un pilote qui, dans les nuages, disposerait d'une *télévision*, même limitée, de l'espace qui l'entoure, verrait disparaître beaucoup de ses soucis et de ses risques. Le « Navascope » (fig. 8) y parvient en relayant à bord de l'avion, d'une façon simple et sans appareillage encombrant, l'image radar dont dispose au sol le contrôleur de la zone. Pour cela, au radar panoramique au sol est adjoint un émetteur d'impulsions, qui retransmet dans toutes les directions les impulsions reçues des avions, ainsi que les signaux de synchronisation nécessaires pour que ces impulsions s'inscrivent sur un écran radar à bord.

Le pilote, en combinant les indications de cette carte optique avec celles de son indicateur de distance et d'azimut, s'identifie lui-même sans ambiguïté sur le « Navascope ». Grâce au sélecteur barométrique d'altitude, dont le rôle a déjà

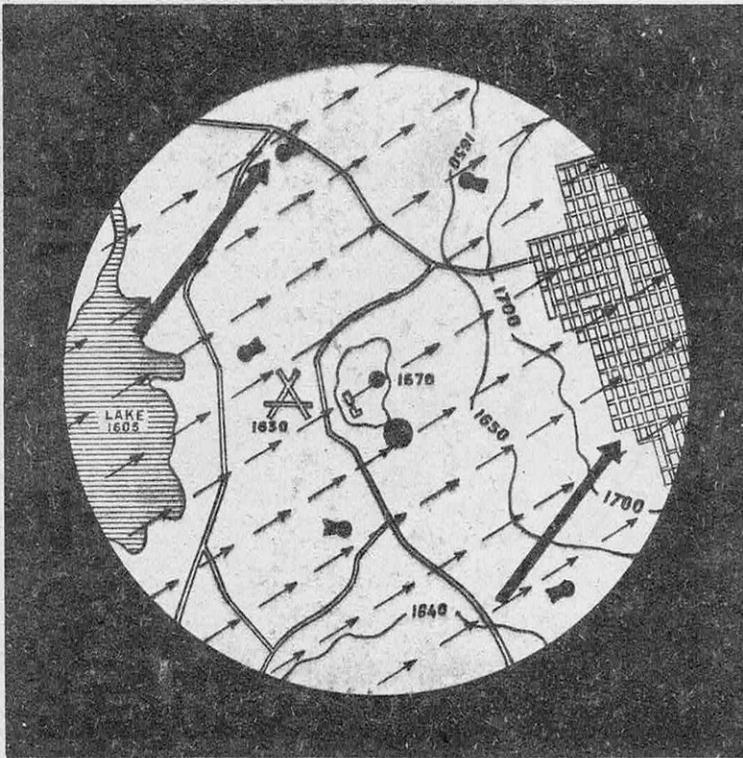


FIG. 8. — L'ÉCRAN NAVASCOPE.

Sur le tableau de bord de l'avion, est écran reproduit, par télévision, l'image obtenue par le radar secondaire de l'aéroport (représenté par la tache centrale). Cette image comporte les avions volant dans une tranche d'altitude d'épaisseur réglable à volonté autour de l'altitude propre de l'avion observateur ; l'avion observateur lui-même y est représenté par une tache différente des autres ; un réseau de petites flèches, contrôlé par un compas magnétique, indique sa direction de vol, et deux grandes flèches visibles toutes les cinq secondes indiquent la direction du vent. Enfin une carte transparente de la région est appliquée sur l'écran (le pilote possède un jeu de cartes semblables pour tous les aérodromes qu'il pourrait être conduit à utiliser).

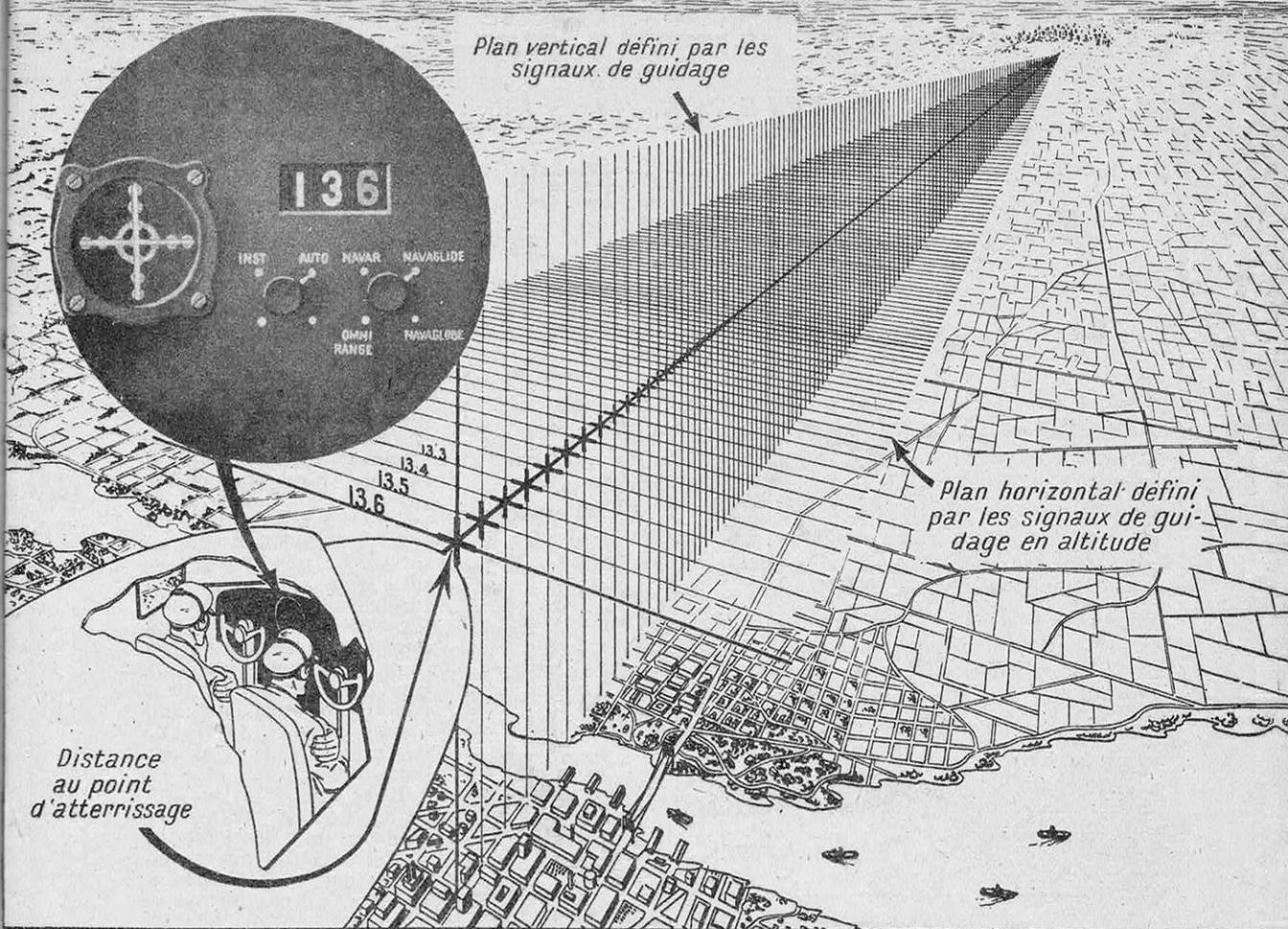


FIG. 9. — L'INDICATEUR NAVAGLIDE DE BORD POUR L'ATERRISSAGE SANS VISIBILITÉ

A gauche, le cadran à aiguilles croisées qui indique les écarts de l'avion en direction et en altitude par rapport à la ligne idéale de descente; à droite, l'indicateur de distance au point d'atterrissage, et, au-dessous, les commutateurs permettant le pilotage manuel ou automatique, et le branchement, sur le cadran à aiguilles croisées, du Navaglobe, du Navar, du Navaglide, ou d'un autre système Omnirange.

été expliqué plus haut, le « Navascope » n'indique que les avions se trouvant dans une certaine tranche d'altitude, qui est automatiquement centrée sur l'avion de l'observateur. Le « Navascope » est donc en même temps un *avertisseur anti-collision*.

L'accomplissement de ces diverses fonctions n'exige pas un nombre correspondant d'émetteurs et de récepteurs, ce qui serait exorbitant et hautement incommode. En fait, pour le système « Navar » complet, il suffit, à bord de l'avion, d'un seul émetteur et de deux récepteurs, et il n'en résulte aucun brouillage ni interférence. L'avion n'est pas encombré d'antennes tournantes ou de cadres.

### Le « Navaglide »

Le « Navaglide » est un équipement destiné à l'atterrissage en pilotage sans visibilité manuel ou automatique. Comme le S. C. S. 51, dont l'extension a été encouragée par l'O. A. C. I., il indique, sur un même cadran à aiguilles croisées (fig. 9), la direction à suivre (*localizer*) et la pente correcte de descente (*glide path*). Mais le principe radioélectrique sur lequel il est établi est différent. Il offre les avantages suivants sur le système S. C. S. 51 (1) actuel :

(1) Voir *Science et Vie*, n° 356, mai 1947, p. 227, et n° 365, février 1948, p. 62 et 71.

- a. Se prêter au pilotage automatique ;
- b. Indication continue de la distance de l'avion à l'entrée de la piste ;
- c. Une partie des appareils indicateurs se combinent avec ceux du « Navar », d'où économie de poids et plus grande facilité d'utilisation.

Le « Navaglide » utilise un récepteur unique pour recevoir successivement les quatre signaux directionnels (deux pour la direction, deux pour l'altitude). Des études sont en cours pour faire assurer cette fonction au récepteur accordable « Navar » pour éviter le transport d'un récepteur supplémentaire. Les signaux continus de distance sont fournis par un répondeur à impulsions situé au sol, près de l'entrée de la piste, qui peut d'ailleurs fonctionner en corrélation avec l'indicateur de distance « Navar », mais sur une fréquence différente.

### Le « Navascreen »

L'idée du « Navascreen » consiste à donner aux contrôleurs d'un centre de contrôle de trafic aérien une représentation aussi exacte, continue, facilement intelligible et exploitable que possible des mouvements des avions dans la zone. Cette représentation doit donc comporter une vision panoramique du terrain, des positions des avions, de leur altitude, de leur identité, de leur vitesse, de leur direction, de leur route. Pour y parvenir, il faut intégrer des renseignements qui

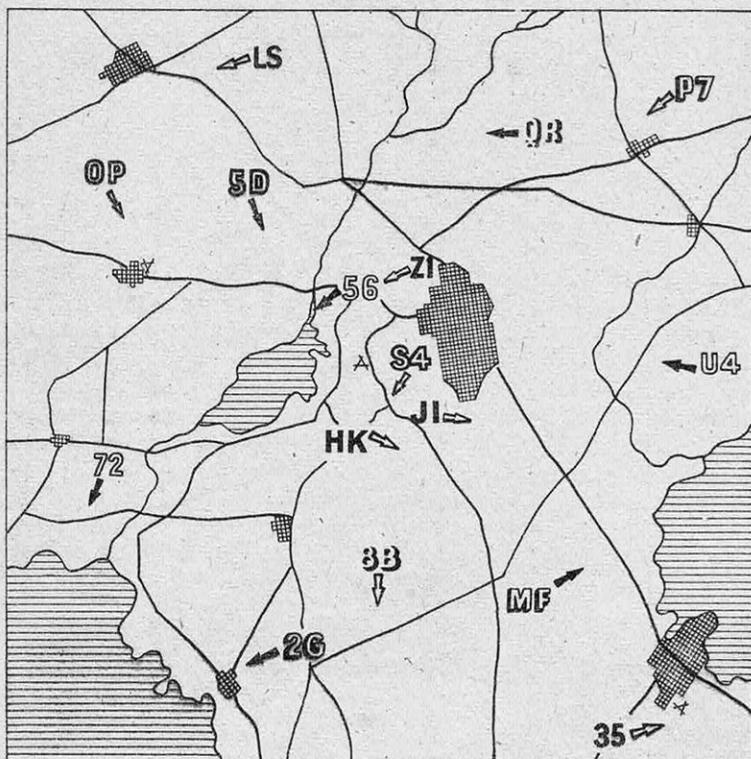


FIG. 10. — ASPECT DE L'ÉCRAN NAVASCREEN

Sur une carte de la région, chaque avion est représenté par une flèche indiquant sa position et sa direction, un symbole (chiffres ou lettres) indiquant son identité; la couleur de la flèche et celle du symbole indiquent conventionnellement son altitude. Ces signes se déplacent sur l'écran proportionnellement aux vitesses des avions qu'ils représentent.

parviennent au centre de contrôle, à tous moments, de sources différentes : radars d'observation, messages des avions, téléphone ou télétype des autres aérodromes, etc.

Actuellement, les salles de contrôle comportent soit de grandes cartes sur lesquelles on pousse des pions représentant les avions, soit des tableaux où les renseignements relatifs à chaque avion figurent sur une bande avec une série de chiffres et de colonnes. Ces deux systèmes sont rudimentaires; ceux qui les exploitent doivent avoir un grand entraînement, et le coefficient d'erreur humaine possible est trop grand.

Le « Navascreen » se compose de deux chambres demi-obscurées (fig. page 320), séparées par un écran (screen). Dans l'une, la chambre de contrôle (à gauche sur la figure), se trouvent les contrôleurs, avec des téléphonistes et des opérateurs de télétype à leur disposition pour transmettre leurs ordres ou leurs questions. Les contrôleurs font face à l'écran. Celui-ci consiste en une carte translucide de la région à grande échelle, sur laquelle sont projetées, au moyen d'appareils et de jeux de glace situés dans la chambre de droite, des flèches représentant les avions, avec leur direction de vol, accompagnées d'un symbole d'identité (fig. 10). Ces signes, dont la couleur représente conventionnellement l'altitude, se déplacent sur l'écran proportionnellement aux vitesses des avions.

Le rôle des « opérateurs-projecteurs » consiste, chacun pour le secteur qui lui est confié, à grouper les renseignements qui lui parviennent sur l'identité, le cap, la position, la vitesse, l'altitude des avions qui traversent son secteur. Ils le font au moyen d'une commande à la main, particulière à chacun des éléments que nous venons d'indiquer. On estime que chaque opérateur et chaque contrôleur peuvent suivre cinq ou six appareils. Si l'intensité du trafic augmente, il suffit donc d'augmenter le personnel, et il n'y a pas de saturation à craindre. Naturellement, aucun brouillage n'apparaît sur l'écran, puisque l'opérateur interprète des renseignements qui lui proviennent des radars originels et commande un dispositif de transmissions qui en est indépendant.

Il est possible de produire, comme dans un planétarium, un effet de temps accéléré pour connaître par avance certains facteurs, par exemple le nombre d'avions devant arriver à l'aéroport pendant les dix prochaines minutes, ou les risques de collision à certaines intersections de route, si les routes actuelles étaient conservées.

Cette organisation très complexe suppose, pour une réalisation complète et efficace, un patient travail de mise au point et, par suite, un délai assez important. Aussi les promoteurs ont-ils prévu sa réalisation par étapes successives. Pour le « Navar », en particulier, l'installation comporterait, pour débiter, l'utilisation généralisée de radars au sol, avec répondeurs à bord, pour améliorer la qualité des renseignements fournis; une deuxième étape comprendrait l'installation d'un indicateur d'azimut et d'un indicateur de distance à bord de l'avion; une troisième étape, l'émission automatique, à bord de l'avion, d'indications codées relatives à l'altitude et à l'identité, et enfin la transmission d'ordres codés; la télévision à bord (« Navascope ») et la synthèse en une seule image de tous renseignements concernant la navigation dans la région, y compris les directions de vol et les identités de tous les appareils « Navascreen », constitueraient l'ultime étape, dont la mise au point ne doit pas retarder l'installation des appareils relatifs aux autres fonctions.

Quoi qu'il en soit, l'intérêt du système proposé est important, parce qu'il pose clairement dans son ensemble le problème de la radio-navigation, du contrôle et de l'atterrissage, et qu'il accomplit un net progrès dans la voie qui conduit à sa solution intégrale.

J. QUEILLE

# LA SOUDURE ÉLECTRIQUE

par Jean-Claude LEMERCIER

Ingénieur E. P. C. I.

*La soudure autogène, au sens propre du terme — soudure de deux métaux sans adjonction de métal d'apport — n'est pas une invention récente, puisque, depuis la plus haute antiquité, dès que l'homme a su extraire et travailler le fer, il s'est aperçu de l'extrême facilité avec laquelle on peut le souder à lui-même en le portant à la température de soudage — qui est inférieure à la température de fusion — et en le martelant violemment ; le résultat de cette opération ancestrale du charron ou du maréchal ferrant est de provoquer une inter-pénétration des cristaux appartenant aux deux morceaux qui se trouvent ainsi intimement liés. Les premiers constructeurs de machines à souder ne se proposaient d'ailleurs pas d'autre but que de rendre plus économique, plus rapide, et plus immédiate, cette opération de soudure par martelage. Qui aurait pu dire alors que, quelques années plus tard, la soudure électrique allait déborder largement le cadre des métaux ferreux pour envahir toute la métallurgie et apporter dans les domaines les plus divers de l'industrie une transformation qui se placera en tête de l'actuelle révolution des techniques ?*

 On classe habituellement les procédés de soudure par l'électricité en deux grandes catégories : la soudure par résistance et la soudure à l'arc. On y adjoint parfois la soudure à l'hydrogène atomique qui tient à la fois de la soudure au chalumeau et de la soudure à l'arc. Nous nous proposons d'envisager ici successivement ces trois procédés de soudure, en nous étendant toutefois plus longuement sur les machines à souder par résistance, dont le principe et les réalisations — certaines toutes récentes — sont encore peu connus.

## La soudure par résistance

On groupe sous le nom de soudeuses par résistance deux catégories de machines à souder : les machines à souder par points et les machines à souder par rapprochement. On y adjoint les machines à souder dites « à la molette » dont le principe est identique à celui des machines à souder par points. Toutes ces machines ont en commun le fait que la température de soudage est obtenue par effet Joule : un courant électrique traversant les pièces à souder dégage une quantité de chaleur proportionnelle à la résistance du contact et au carré de l'intensité du courant. La résistance du contact étant faible, il est indispensable d'utiliser des courants très intenses. Dans les machines de grosse puissance, il n'est pas rare de mettre en jeu des intensités de 40 000 à 50 000 ampères. Il est clair que de tels courants requièrent l'emploi de conducteurs de cuivre rouge de forte section ; de plus, ces conducteurs sont toujours refroidis par une circulation d'eau intérieure. Le courant de grande intensité est généralement obtenu par l'intermédiaire d'un transformateur dont le primaire est alimenté sous 220 volts. Le secondaire est, la plupart du temps, constitué par une spire unique en cuivre électrolytique de forte section. On obtient ainsi une tension secondaire de quelques volts — parfaitement inoffensive — et une intensité pouvant atteindre des milliers d'ampères.

## Machines à souder par points

Le but de ces machines est de réaliser une soudure remplaçant les rivets. Que l'on utilise ou non des couvre-joints, on est toujours amené à assembler des tôles superposées. C'est ce que réalise très simplement et très rapidement la soudeuse par points.

Les tôles à assembler sont placées entre deux électrodes (fig. 1). Un dispositif mécanique ou pneumatique fait descendre l'électrode supérieure ; les deux tôles sont alors fortement serrées ; on fait ensuite passer le courant pendant un temps très court, de quelques centièmes de seconde à une ou deux secondes. Si les tôles sont bien décapées, la résistance entre électrodes — en cuivre, donc peu résistantes — et tôles est faible et il ne s'ensuit qu'un léger dégagement de chaleur, dont le résultat sera une petite marque bleutée sur les tôles. Mais à la surface de contact entre les tôles, on aura dégagement d'une grande quantité de chaleur ; comme l'opération est effectuée en un temps très court, cette chaleur très « concentrée », n'a pas le temps de se répandre dans le métal environnant ; c'est donc seulement en surface et sous les électrodes que le métal sera porté à température de soudage. La pression des électrodes fait alors s'interpénétrer les cristaux des deux pièces de métal. On coupe le courant et relève ensuite les électrodes : l'opération est terminée ; elle a duré à peine une seconde. On a ainsi réalisé un « point de soudure » affectant sensiblement la forme d'un ellipsoïde, comme le montre la figure 2.

L'influence de la pression de soudure est prépondérante sur la qualité du point obtenu. Aussi dans les machines de moyenne et grosse puissance (fig. 4), lorsqu'il s'agit par exemple de souder des tôles d'épaisseur supérieure à 2 mm, on s'adresse non plus à l'effort de l'ouvrier sur la pédale pour tendre un ressort, mais à un mécanisme pneumatique pouvant exercer une force atteignant une ou deux tonnes. La pédale subsiste, mais sert uniquement à fermer un contact électrique, ce qui ne demande aucun

effort ; une électrovalve alimente alors en air comprimé un cylindre dans lequel se meut un piston solidaire de l'électrode supérieure. L'expérience a montré qu'il y avait intérêt à exercer la pression en trois temps : pendant le premier, dit temps d'accostage, la calamine des tôles est écrasée de façon à assurer un bon contact avec les électrodes. Ce n'est qu'ensuite, temps de soudure, que l'on fait passer le courant ; la pression, faible au début, monte graduellement. Enfin la pression atteint sa valeur maximum, tandis que le courant est coupé : c'est le temps de forgeage. Nous n'entrerons pas dans le détail des dispositifs qui permettent de réaliser ces variations de pression.

### Qualité d'un point de soudure

Le meilleur moyen — et pratiquement le seul — de vérifier la qualité d'une soudure est de la détruire. En séparant au burin des tôles soudées, on doit déchirer le métal autour des points, mais ceux-ci doivent rester intacts. Les utilisateurs de soudeuses réalisent presque toujours cette condition, évidemment primordiale. Mais beaucoup, dans un souci excessif de sécurité, utilisent une puissance exagérée et un temps de soudure trop long. Il s'ensuit non pas une soudure, mais une fusion totale du métal, fusion accompagnée parfois d'un début de combustion ; on obtient alors un point écrasé, brûlé, peu esthétique, et finalement fragile.

Pour remédier à cet inconvénient, on cherche de plus en plus à rendre l'opération de soudure pratiquement indépendante de l'opérateur. Le temps de passage du courant est réglé par un compteur, ainsi que le temps de forgeage dans certains cas. Ces compteurs, qui doivent donner

un temps court et bien défini, sont généralement basés sur le temps que met un condensateur à se charger à une tension donnée ; ce temps dépend de la capacité du condensateur et de la résistance insérée dans le circuit de charge, valeurs qu'il est possible de modifier à volonté. D'autres dispositifs, dits compteurs à énergie constante, permettent de ne compter le temps qu'à partir du moment où le courant de soudure a atteint une intensité suffisante. Ce système est intéressant lorsque l'on a affaire à des tôles sales ou calaminées, car dans ce cas le courant est limité par les résistances parasites et il se pourrait qu'il fût coupé avant que la soudure fût terminée. Avec ces divers mécanismes, l'opération de soudure est absolument automatique : il suffit de présenter les tôles entre les électrodes et d'appuyer sur la pédale ; on peut la relâcher aussitôt : l'électrode ne se relèvera que la soudure terminée. On peut même mettre la machine en « marche à la volée » ; le fonctionnement est alors ininterrompu tant qu'on laisse le pied sur la pédale ; on arrive ainsi à des cadences pouvant atteindre 120 points à la minute. Pour peu que l'on adjoigne à la machine un mécanisme permettant d'avancer les tôles automatiquement entre chaque soudure, on réalise une soudeuse-robot qui fonctionne presque sans surveillance.

### La soudure des alliages légers

La machine à souder par points ne permet généralement par la soudure de l'aluminium ou des alliages légers. Cela tient tout d'abord à ce que l'aluminium possède une faible résistivité et, partant, de faibles pertes par effet Joule. D'autre part, il est difficile de localiser

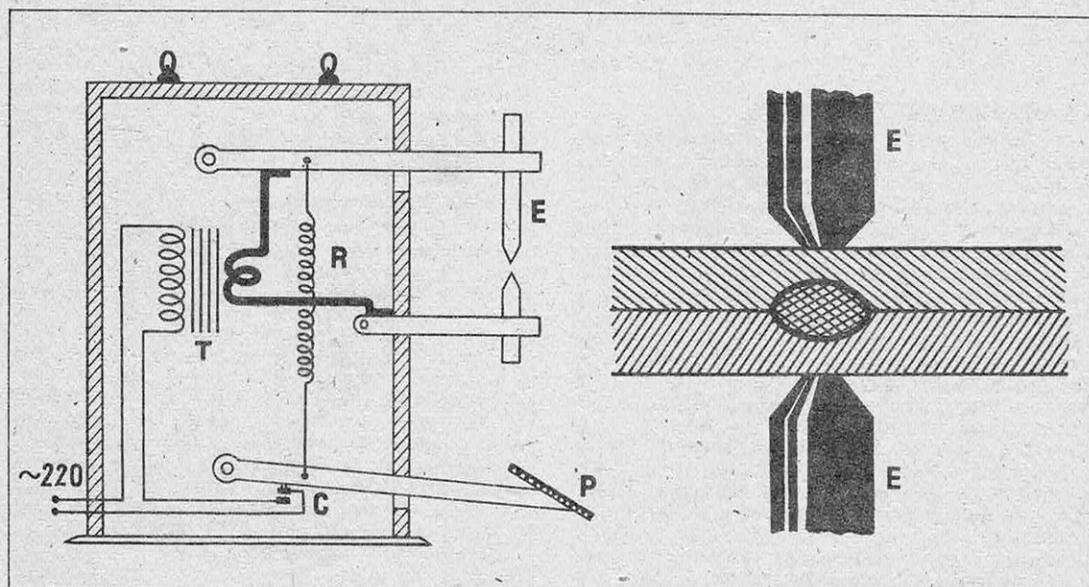


FIG. 1 ET 2. — SCHÉMA DE PRINCIPE D'UNE MACHINE A SOUDER PAR POINTS DE FAIBLE PUISSANCE (A GAUCHE) ET COUPE D'UN POINT DE SOUDURE (A DROITE)

La pièce à souder est placée entre les électrodes E ; en appuyant sur la pédale P, on tend le ressort R qui fait descendre l'électrode supérieure, puis on ferme le contact C qui met en charge le transformateur de soudure T ; en relâchant la pédale, on coupe d'abord le courant, puis on relève l'électrode supérieure, ce qui permet de dégager les tôles et de faire un nouveau point de soudure. En fait, ce dispositif par trop simpliste n'est jamais appliqué tel quel, même dans des machines de très faible puissance, dans lesquelles il est toujours compliqué d'un dispositif réglant la tension du ressort et d'un mécanisme de fermeture et ouverture brusques du circuit primaire du transformateur.

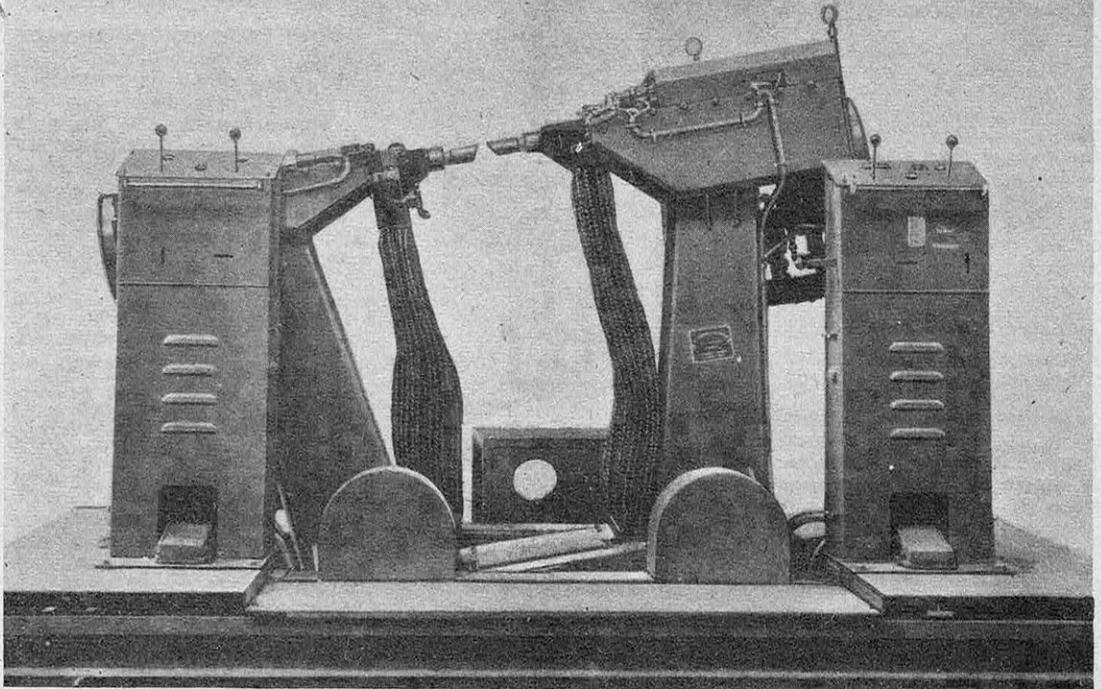


FIG. 3. — MACHINE A SOUDER PAR POINTS LES ALLIAGES LÉGERS

*C'est une machine à décharge de condensateurs, destinée à la construction aéronautique. Elle peut osciller dans un plan vertical de façon à souder sous différents angles et comporte deux postes de commande. (La Soudure Électrique.)*

ces pertes du fait de la grande conductibilité thermique des métaux en présence : la chaleur dégagée au point de soudure se propage très rapidement dans le milieu environnant, et, de ce fait, le point ne peut être porté à la température de soudage. Le seul remède qui soit efficace est le suivant : utiliser un temps de soudure extrêmement court pour réduire la dispersion calorifique, et, par conséquent, une intensité considérable. La réalisation de ces deux conditions par le procédé que nous venons d'envisager est quasi impossible. En particulier, on ne peut songer à imposer au secteur des surintensités considérables, même brèves. A supposer qu'il puisse les fournir, il en résulterait des perturbations prohibitives dans le fonctionnement des machines branchées sur le même réseau.

La solution adoptée est la suivante : on emmagasine pendant un temps suffisamment long, pour ne pas avoir de grosse surintensité, une énergie considérable qu'on libère ensuite en un temps extrêmement court. En ce qui concerne le réservoir d'énergie, trois formules sont actuellement utilisées : la batterie d'accumulateurs, la batterie de condensateurs, la self. Le système à batterie d'accumulateurs présente l'avantage de travailler à basse tension, donc sans transformateur de soudage ; mais, en revanche, on doit établir et couper le courant, très intense et sous basse tension, ce qui pose un problème de contacteur des plus ardu ; les Américains l'ont résolu en réalisant un interrupteur à variation rapide, mais continue, de la résistance de coupure : le contact est obtenu en comprimant une plaque de carbone entre deux mors rapprochés ou écartés par une presse. Beaucoup plus répandus sont les systèmes à décharge de selfs ou de condensateurs. En libérant brusquement l'éner-

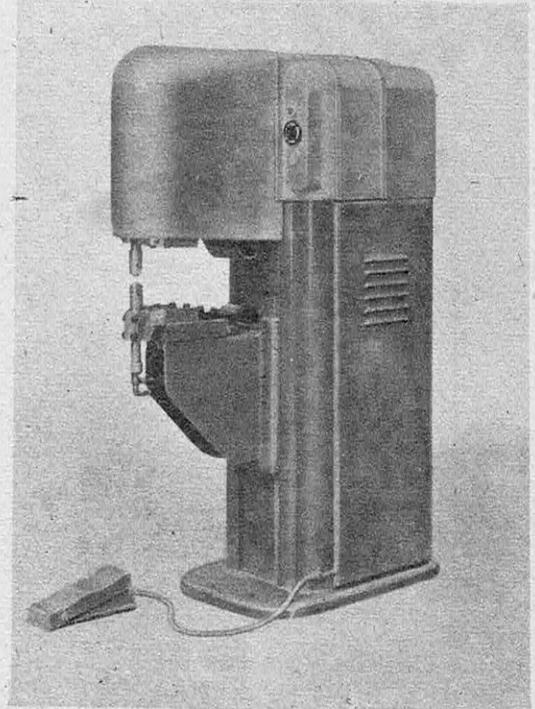


FIG. 4. — MACHINE A SOUDER PAR POINTS (LA SOUDURE ÉLECTRIQUE)

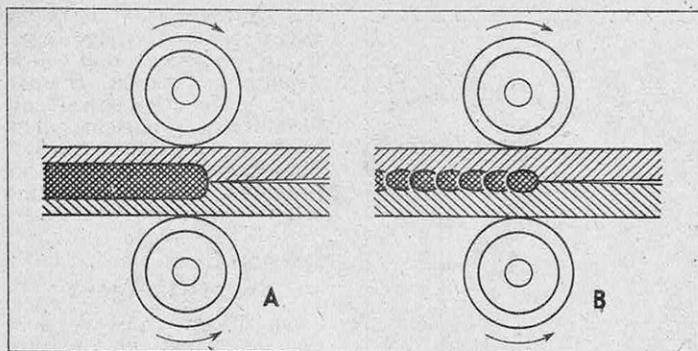


FIG. 5. — SOUDURE A LA MOLETTE

Un moteur entraîne les molettes qui font avancer les tôles à la vitesse désirée. On peut ainsi soit faire une soudure continue sans interruption de courant (A), soit une soudure discontinue par points assez rapprochés pour qu'ils se recouvrent partiellement. On obtient alors une soudure dite cousue (B).

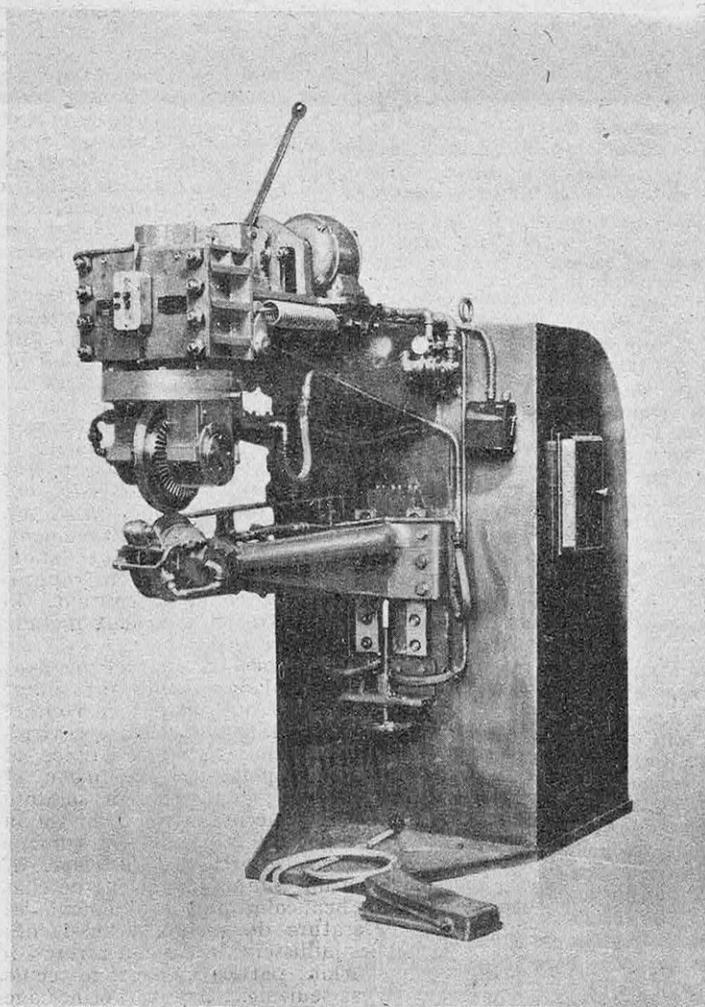


FIG. 6. — MACHINE A SOUDER A LA MOLETTE PERMETTANT DE RÉALISER DES SOUDURES CONTINUES ÉTANCHES (LA SOUDURE ÉLECTRIQUE)

gie électromagnétique emmagasinée dans une bobine de self (1), on peut obtenir le courant de plusieurs dizaines de milliers d'ampères désiré. De même, la décharge d'une batterie de condensateurs libère en un temps court, donc avec une pointe de courant considérable, l'énergie électrostatique emmagasinée (2) ; pour augmenter l'énergie de la batterie, on peut agir sur la capacité ou la tension de charge ; les Américains préfèrent cette deuxième solution et travaillent sous des tensions de quelques milliers de volts avec des condensateurs de capacité relativement faible. En France on préfère travailler sous des tensions plus faibles, de 600 volts maximum, et utiliser des capacités énormes : les condensateurs sont de vastes armoires métalliques remplies d'une multitude de condensateurs électrochimiques — analogues à ceux utilisés pour le filtrage en radio — montés en parallèle ; on obtient ainsi des capacités pouvant atteindre le farad. Rappelons que la soudure elle-même se fait sous quelques volts, et qu'il est indispensable, dans les deux cas, d'utiliser un transformateur de soudage abaisseur de tension.

### La soudure à la molette

Nous avons indiqué qu'il est possible de faire fonctionner une machine à souder par points « à la volée », avançant à la main ou mécaniquement les tôles entre chaque opération de soudure. On obtient ainsi une suite de points voisins les uns des autres. Si l'on veut que ces points soient équidistants, on peut songer à utiliser des électrodes terminées par deux molettes entre lesquelles circulent les tôles un peu comme dans un laminoir (fig. 5 et 6). Ce système est surtout utilisé pour réaliser des soudures continues étanches (fabrication des réservoirs, par exemple). Un moteur entraîne les molettes qui font avancer automatiquement les tôles à la vitesse désirée. On peut faire ainsi une soudure continue sans

(1) Une bobine de self peut emmagasiner une énergie électromagnétique qui se chiffre, en joules, par  $1/2 LI^2$ , L étant la self exprimée en henrys, I l'intensité en ampères.

(2) Un condensateur peut emmagasiner une énergie électrostatique qui se chiffre, en joules, par  $1/2 CV^2$ , C étant la capacité exprimée en farads, V la tension de charge en volts.

interruption du courant. Mais dans le cas de machines puissantes pour tôles épaisses, on arriverait rapidement à une fusion des tôles et une pénétration excessive des molettes. Aussi préfère-t-on faire une soudure discontinue par points chevauchés ; c'est ce qu'on appelle une soudure « cousue ».

### La machine à souder électronique

Dans le cas de la soudure cousue, on est amené à établir et à couper le courant un grand nombre de fois par seconde, et les contacteurs mécaniques, même rotatifs, se prêtent assez mal à ces opérations du fait de leur inertie. De même, pour la soudure par points de tôles épaisses, on est amené, comme nous l'avons expliqué, à utiliser des courants atteignant des dizaines de milliers d'ampères pendant des temps de l'ordre de quelques centièmes de seconde, correspondant à un très petit nombre d'alternances. Là, encore, les contacteurs mécaniques présentent une inertie et une imprécision fâcheuses. C'est pour remédier à cet inconvénient que la technique actuelle des machines à souder par résistance s'oriente vers l'utilisation de contacteurs électroniques absolument dépourvus d'inertie appelés *ignitrons*. L'emploi de ces tubes électroniques d'un nouveau genre s'est généralisé ces dernières années aux U. S. A. L'ignitron (fig. 7) est un tube à vapeur de mercure de forte section pouvant débiter quelques milliers d'ampères. Son fonctionnement est comparable à celui d'un thyatron à mercure dont la grille d'amorçage aurait été supprimée pour permettre d'atteindre des intensités très élevées. L'amorçage est ici réalisé par un petit cylindre réfractaire semi-conducteur terminé par une pointe affleurant la surface du mercure. Lorsque l'on porte cet « igniteur » à un potentiel positif convenable, on constate qu'une ionisation s'amorce entre le mercure et la surface de l'igniteur. Le tube est alors en fonctionnement. Mais il se comporte en redresseur et ne laisse passer que les demi-alternances de sens convenable. Il faut donc réamorcer le tube pour chaque demi-alternance, et utiliser deux tubes montés symétriquement pour laisser passer des alternances complètes. Sans qu'il soit besoin d'entrer dans le détail du montage électrique des ignitrons et de la commande, automatique et réciproque, des igniteurs, on voit qu'un tel dispositif permet de laisser passer le courant pendant un temps défini à une demi-alternance près. La commande

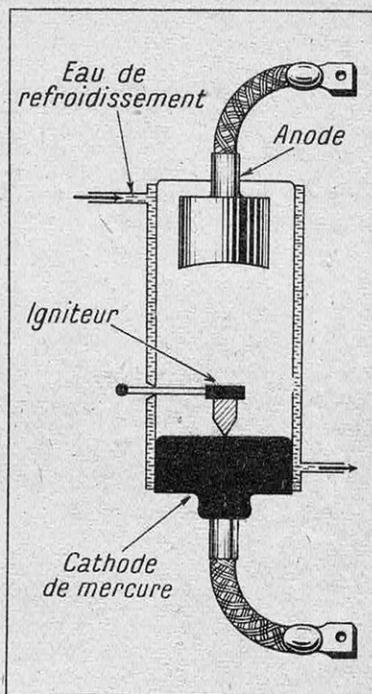


FIG. 7. — SCHEMA D'UN « IGNITRON »

L'amorçage du tube se fait en portant l'igniteur (pointe semi-conductrice affleurant la cathode de mercure) à un potentiel positif, ce qui amorce une ionisation. Un courant de plusieurs milliers d'ampères peut alors traverser le tube. Celui-ci se comporte en redresseur et ne laisse passer qu'une demi-alternance en sens convenable, et à condition d'être réamorcé chaque fois. La combinaison de deux ignitrons permet d'utiliser les alternances complètes, et, grâce à une commande de réamorçage convenablement conçue, on peut limiter la durée du fonctionnement à un nombre déterminé de demi-alternances.

des igniteurs étant faite par thyratrons, on arrive ainsi à un système totalement dépourvu d'inertie. D'autre part, le fonctionnement est absolument silencieux, alors que les contacteurs mécaniques signalent toujours leur présence par un vacarme assez désagréable...

### La soudure par rapprochement

On désigne sous ce nom une opération de soudure permettant d'assembler les pièces sans recouvrement, contrairement au cas de la soudure par points. Les deux parties de métal sont soudées dans le prolongement l'une de l'autre, d'où le nom de *soudure en bout* que l'on donne souvent à ce procédé. Il s'agit encore d'une soudure par résistance, dont le principe est identique à celui que nous venons d'exposer à propos de la soudure par points, avec cette différence que ce ne sont plus des électrodes qui amènent le courant à l'endroit de la soudure, mais les pièces à souder elles-mêmes. Celles-ci sont prises entre deux mors à serrage énergique, mécanique ou pneumatique. Ces mors sont isolés électriquement l'un de l'autre et reliés à la spire secondaire d'un transformateur de soudage. En amenant les pièces au contact, on les porte rapidement à température de soudage. C'est évidemment la surface de contact qui s'échauffe le plus vite, car elle présente le maximum de résistance. Simultanément, on exerce un violent effort de compression en rapprochant les mors, puis on coupe le courant. On réalise alors l'interpénétration des deux métaux caractérisant la soudure (fig. 8).

Les surfaces à amener en contact ne sont jamais parfaitement planes : elles présentent de petites irrégularités qui entrent en contact les premières. Du fait de leur petitesse, ces irrégularités possèdent une grande résistance et sont instantanément portées à la fusion et projetées en tous sens ; l'opération de soudure par rapprochement s'accompagne donc de la production d'une gerbe d'étincelles. On a même intérêt à prolonger cette période d'*étincelage*, car elle correspond à un grand dégagement de chaleur qui porte beaucoup plus rapidement les pièces à température de soudage. Aussi, dès que les étincelles jaillissent, le soudeur arrête-t-il l'avance du chariot ; parfois même il le recule légèrement. C'est seulement lorsque l'*étincelage* a porté l'extrémité des pièces au rouge qu'il effectue le refoulement final.

Bien entendu, l'automatisme a envahi le

domaine de la soudure par rapprochement comme il a envahi celui de la soudure par points. C'est seulement sur les machines de petite puissance que l'on utilise le refoulement manuel, par vis, levier ou crémaillère. On tend de plus en plus à utiliser des machines où le refoulement est commandé par une came entraînée par un moteur électrique puissant. Les mors de serrage sont commandés par l'air comprimé, les électrovalves d'admission étant déclenchées par une pédale à double contact.

trode formée d'un alliage dont la composition dépend de la nature du métal à souder et des propriétés que l'on désire donner à la soudure. Cette électrode fond et constitue le métal d'apport. L'électrode affecte la forme d'un bâtonnet cylindrique enrobé dans une gaine fusible dont le rôle est de protéger la soudure contre l'oxydation et lui incorporer certains éléments métallurgiques. Après fusion, cette gaine constitue le laitier et est enlevée au marteau à piquer. Les postes de soudure à l'arc sont de

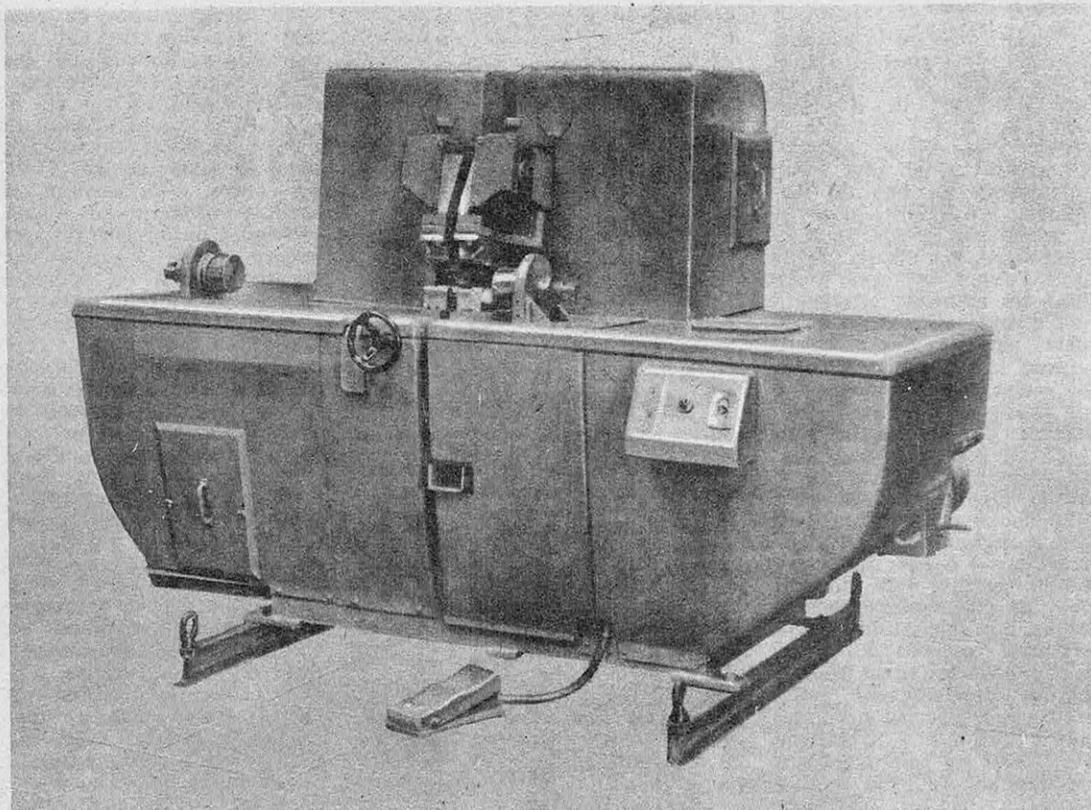


FIG. 8. — MACHINE A SOUDER EN BOUT AUTOMATIQUE (LA SOUDURE ÉLECTRIQUE)

Après avoir appuyé sur cette pédale, il suffit de presser sur un bouton pour mettre en route le moteur. Le refoulement, la fermeture et l'ouverture du circuit de soudage, l'arrêt du chariot porte-électrodes, etc., sont commandés par cames et relais de contacteurs sans qu'aucune fausse manœuvre soit possible. Nous mentionnerons pour terminer les machines hydrauliques à commande par huile sous pression, couramment utilisées lorsqu'il s'agit de travailler sur de très grosses pièces, comme c'est le cas dans le soudage des rails (fig. 9).

#### La soudure à l'arc

La simplicité du principe de la soudure à l'arc n'a d'égal que l'importance et la diversité des applications de ce procédé. La chaleur nécessaire à la soudure est produite par un arc jaillissant entre les pièces à souder et une élec-

trode formée d'un alliage dont la composition dépend de la nature du métal à souder et des propriétés que l'on désire donner à la soudure. Cette électrode fond et constitue le métal d'apport. L'électrode affecte la forme d'un bâtonnet cylindrique enrobé dans une gaine fusible dont le rôle est de protéger la soudure contre l'oxydation et lui incorporer certains éléments métallurgiques. Après fusion, cette gaine constitue le laitier et est enlevée au marteau à piquer. Les postes de soudure à l'arc sont de deux sortes : les postes alternatifs, alimentés par transformateur à fuites, et les postes continus alimentés par génératrice tournante à grande réaction d'induit. Les postes continus donnent un arc plus stable. La tension utilisée est, à vide, de l'ordre de 60 volts (elle tombe à 25-30 volts quand l'arc est amorcé) et l'intensité de 300 à 400 ampères. L'électrode peut être tenue à la main par le soudeur au moyen d'une pince à manche isolant (soudure manuelle), ou déplacée mécaniquement (soudure automatique). Dans ce dernier cas, l'électrode est souple et enroulée sur un tambour dont la rotation est commandée par un moteur alimenté aux bornes de l'arc (fig. 10). L'arc est alors autoréglé et constant. Un déplacement longitudinal du tambour rend la soudure entièrement automatique et parfaitement régulière.

Un grand progrès dans ce domaine a été réa-

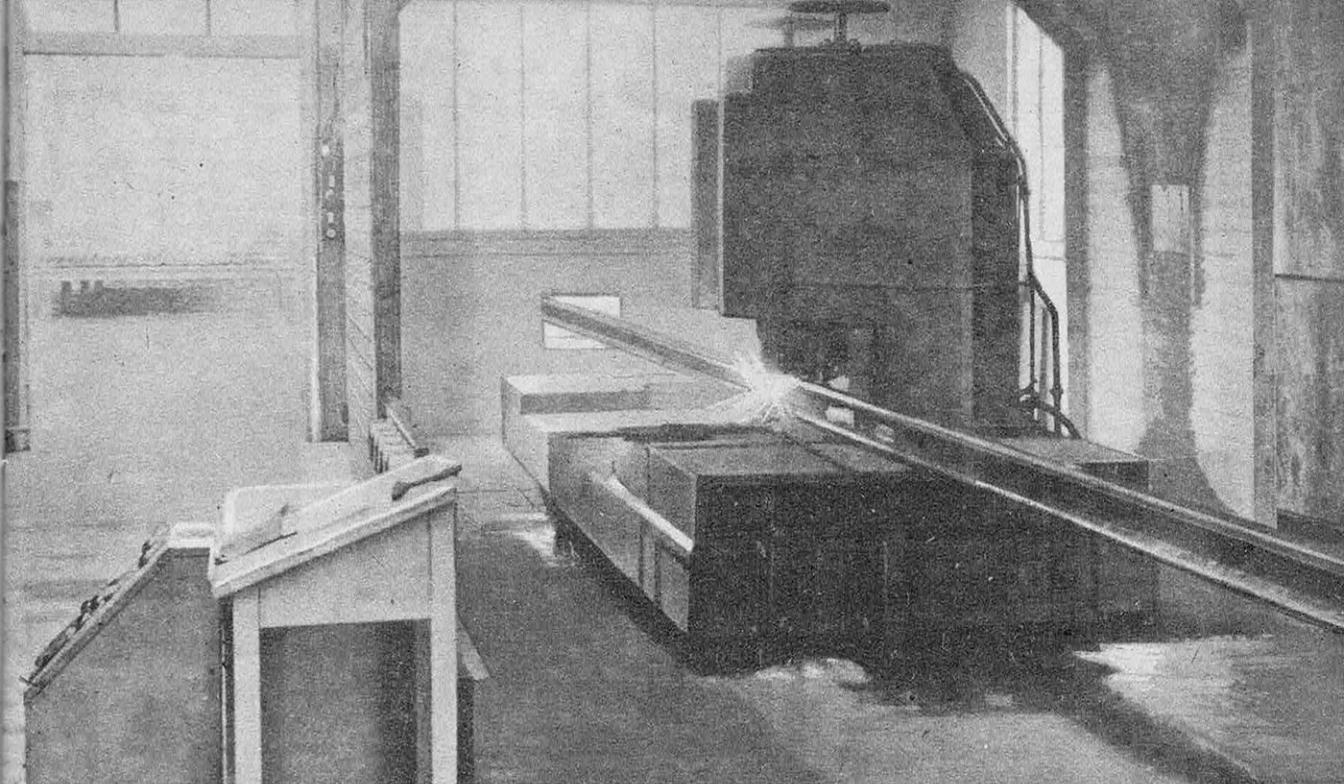


FIG. 9. — MACHINE A SOUDER LES RAILS

*Cette vue est prise pendant la période d'étincelage, c'est-à-dire de tout premier contact des surfaces à souder.  
(La Soudure Électrique.)*

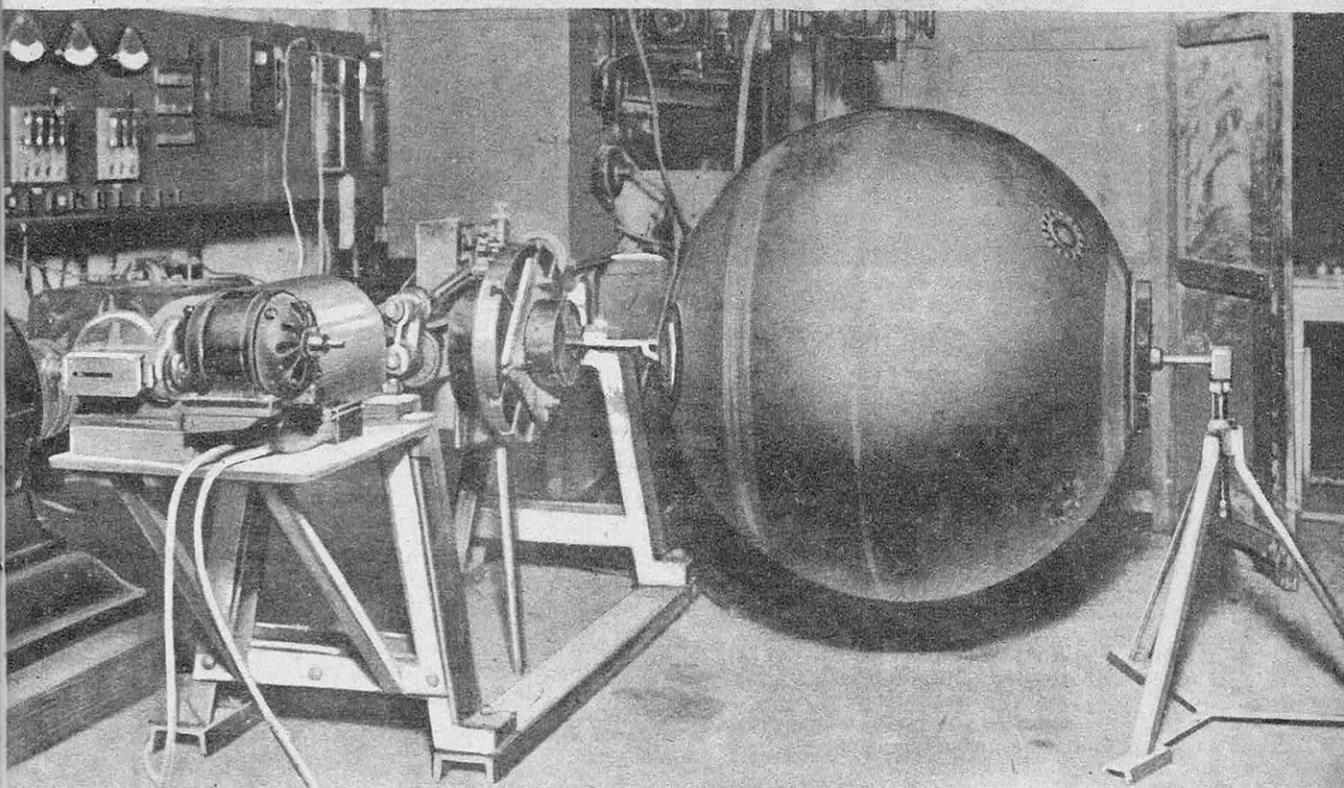


FIG. 10. — SOUDURE AUTOMATIQUE A L'ARC D'UN FLOTTEUR DE MARINE (LA SOUDURE AUTOGENE FRANÇAISE)

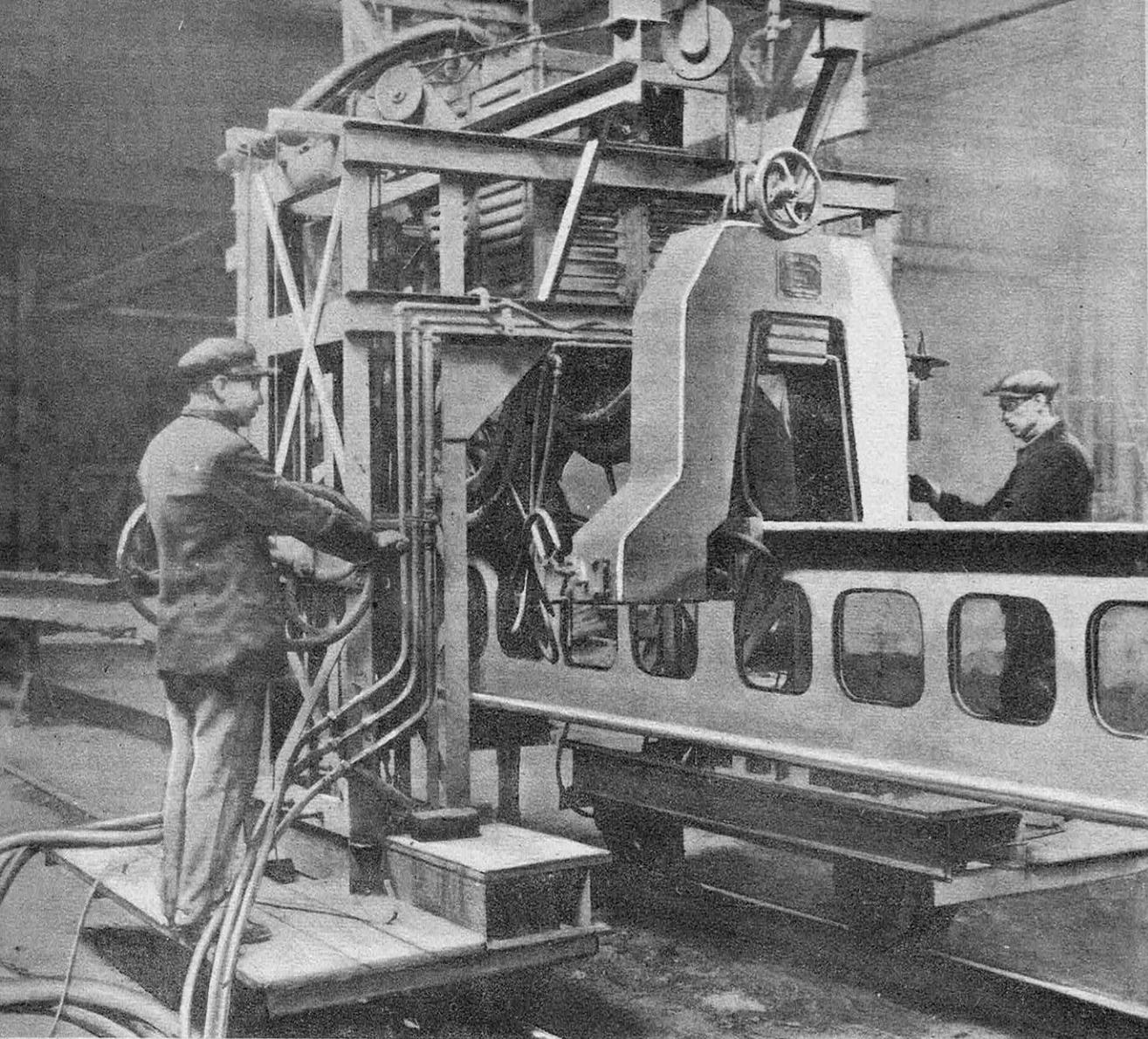


FIG. 11. — PINCE A SOUDER PAR POINTS MONTÉE SUR RAILS

*L'opération effectuée est la soudure d'un longeron de wagon de chemin de fer. (La Soudure Électrique.)*

lisé ces dernières années, en Amérique, par l'utilisation d'un *flux électroconducteur* (procédé « Union Melt »). On dépose sur les pièces à souder une poudre au sein de laquelle se développe la chaleur de l'arc et qui protège le métal contre l'oxydation. Outre les avantages d'ordre métallurgique résultant de l'absence d'oxydation, ce procédé permet de souder, avec une très grande rapidité, des épaisseurs de métal de 10 centimètres et plus.

### Soudure à l'hydrogène atomique

Dans les conditions normales, la molécule d'hydrogène est constituée par deux atomes d'hydrogène. Or il est possible de dissocier cette molécule suivant la réaction réversible :



Cette dissociation, très endothermique, peut être obtenue par l'action de l'arc électrique.

Inversement, la recombinaison est exothermique; elle se produit immédiatement après la dissociation et s'accompagne d'un dégagement de chaleur considérable. C'est en se basant sur ce principe que Langmuir eût l'idée du chalumeau à hydrogène atomique.

De l'hydrogène est projeté au sein d'un arc (1) éclatant entre deux électrodes de tungstène; il est dissocié et se recombine à la surface des pièces à souder, qu'il porte immédiatement à très haute température. Une fois recombiné, l'hydrogène brûle au-dessus de la soudure et la flamme protège le métal contre l'oxydation (fig. 12). C'est d'ailleurs là un des principaux avantages de ce procédé de soudure : on dispose d'une flamme très réductrice. Ceci est parti-

(1) La tension aux bornes des électrodes est de 300 volts environ à l'allumage et tombe ensuite à 80 volts en fonctionnement. L'intensité, réglée par réactance variable, est de l'ordre de 50 ampères.

culièrement intéressant et même primordial pour la soudure de métaux facilement oxydables à chaud tels que l'aluminium et le chrome. L'hydrogène atomique est recommandé pour la soudure des aciers inoxydables au nickel-chrome. D'autre part, on constate une plus grande dureté de la soudure que des métaux constituants, phénomène dû à une trempe locale et peut-être à la formation d'hydrures. Enfin, du fait que l'hydrogène arrive lentement à la surface du métal, on ne constate aucune des soufflures qui se produisent avec le chalumeau oxy-acétylénique : l'aspect de la soudure est impeccable.

### Applications de la soudure électrique

La seule description des procédés de soudure électrique permet de deviner les applications innombrables et quasi illimitées de cette technique. Et encore n'avons-nous point parlé des machines « spéciales » dérivées des précédentes et basées sur les mêmes principes. Nous ne ferons que signaler l'existence des machines à points multiples, des presses à souder par bossages, qui permettent de réaliser un grand nombre de points simultanément. Tous les éléments d'une pièce de mécanique peuvent ainsi être assemblés en un seul passage dans la machine. De même, des pinces à souder par points, facilement amovibles — manuelles ou sur rails — peuvent être introduites dans les montages les plus enchevêtrés (fig. 11). Parmi les applications les plus « spectaculaires » figure la fabrication des châssis-carrosseries monocoques dont on connaît la place de premier plan dans la technique automobile actuelle. Pendant la guerre, les Américains ont développé considérablement la technique de l'Union Melt qui leur a permis de souder,

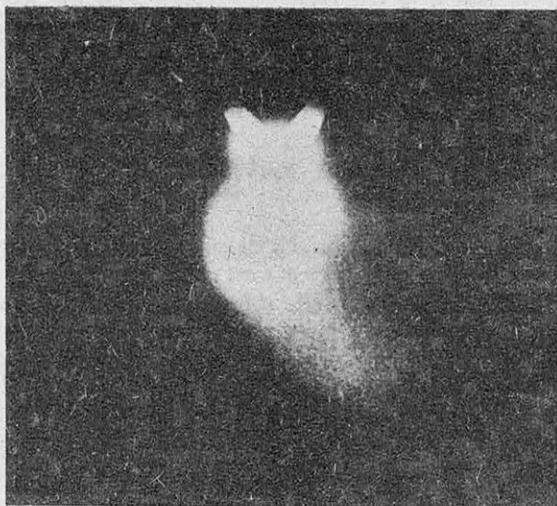


FIG. 12. — FLAMME D'UN CHALUMEAU A HYDROGÈNE ATOMIQUE (LA SOUDURE AUTOGENE FRANÇAISE)

en des temps records, les plaques de blindage des chars et les coques des Liberty ships.

On peut se demander si la liste des applications de l'électricité à la soudure est close et si l'avenir peut encore apporter quelque innovation dans une technique déjà prodigieusement développée. En fait, si le principe des machines reste inchangé, leur réalisation et le champ de leurs applications s'étendent chaque jour davantage. Nous ne citerons pour exemple que la soudure à l'arc en atmosphère d'argon qui s'applique plus particulièrement à la soudure des alliages légers et métaux spéciaux, et qui fait l'objet actuellement en France d'études poussées en vue de son application industrielle. Mais de nouveaux principes de soudure électrique ne vont-ils pas se développer dans les années qui viennent ? En particulier, la haute fréquence ne va-t-elle pas s'imposer dans ce domaine comme en tant d'autres ? On connaît déjà les applications de la brasure et de la soudure par haute fréquence, dans laquelle le dégagement de chaleur est dû principalement aux courants de Foucault ; ce procédé est très utilisé pour l'exécution des soudures verre-métal (fabrication des lampes de radio). Mais la haute fréquence peut être appliquée à la fusion de matières isolantes grâce au phénomène de pertes diélectriques : dès maintenant les Américains utilisent des machines à souder par points les matières plastiques... Mais le seul développement actuel de la soudure électrique, même en passant sous silence la soudure à l'acétylène, suffit à montrer l'ampleur de l'évolution des techniques d'assemblage dans tous les domaines de la construction mécanique, sans qu'il soit besoin d'anticiper sur un avenir pourtant très proche.

J.-C. LEMERCIER

Le travail en musique connaît une vogue de plus en plus grande aux États-Unis, où, à Chicago, par exemple, des centaines d'usines sont de grands consommateurs de ce que l'on nomme maintenant la « musique fonctionnelle ». La production de cette musique fonctionnelle est devenu le fait de firmes spécialisées (il en existe trois à Chicago) qui étudient rationnellement la confection des programmes en fonction de la nature du travail qu'elle doit accompagner, et assurent leur distribution à partir d'un centre de tourne-disques et de pick-up, soit par lignes téléphoniques, soit par radio sur ondes courtes en utilisant la modulation de fréquence (qui élimine l'influence des parasites). Ces stations émettrices peuvent également fournir un accompagnement musical aux voyages sur les transports en commun, comme cela se pratique déjà à Cincinnati. A Washington et à Kansas City, ces voyages en musique sont aussi en projet.

# PIERRES PRÉCIEUSES IRRADIÉES

par Jean CASTELLAN

Dès 1912, on avait remarqué les changements de coloration de certaines pierres précieuses soumises à l'action des rayons X ou placées au voisinage de corps radioactifs. Ces constatations ont pu être étendues à beaucoup de minéraux cristallisés, en même temps qu'on s'est aperçu que la plupart des radiations ionisantes produisaient des effets analogues. En particulier, l'irradiation des pierres précieuses aux rayons X ou aux faisceaux de deutons issus des cyclotrons permet non seulement de rendre aux gemmes « vieilles » leur éclat primitif et de créer des pierres de coloration différentes, très rares dans la nature (diamant vert, par exemple), mais aussi de fournir aux physiciens de précieux renseignements sur les propriétés des cristaux inhérentes à leur structure moléculaire.

On attribue généralement la coloration des pierres précieuses à des impuretés (le plus souvent des oxydes métalliques) contenues dans le cristal qui constitue leur structure fondamentale. Ainsi le rubis d'Orient, le saphir ne sont que des cristaux d'alumine colorés en rouge foncé ou en bleu par des traces d'oxyde de cobalt ou d'oxyde de chrome ; l'améthyste est un cristal de quartz coloré par des traces d'oxyde de manganèse, l'émeraude et l'aigue-marine sont des cristaux de silicate double d'aluminium et de béryllium colorés par des traces d'oxyde de chrome. Ces impuretés sont identifiées par l'analyse spectrale, et l'on sait maintenant reproduire synthétiquement la plupart des pierres précieuses.

Cependant, certaines gemmes voient leur coloration changer (le plus souvent, ce changement n'est qu'une simple atténuation de teinte) sous l'influence de divers facteurs tels que le temps, la chaleur ou la lumière.

Tel est le cas de la turquoise orientale (phosphate d'alumine hydraté), opaque, de couleur bleue ou vert clair, qui « meurt » avec le temps, de l'améthyste et de l'hyacinthe ou zircón rose (silicate de zirconium), qui se décolore à la chaleur, de l'émeraude, qui perd à la lumière la vivacité de sa teinte, etc.

Cette transformation est parfois réversible ; des pierres décolorées par la lumière ou la chaleur peuvent retrouver progressivement leur coloration à l'obscurité ou au froid. Par exemple, la hackmanite, variété rose de sodalite (silicate double d'aluminium et de sodium), la calcite rose ou bleu pâle, décolorés à la lumière, retrouvent leur teinte à l'obscurité ; la gillespite (silicate

de fer et de baryum) qui, chauffée, devient bleu violacé, retrouve sa coloration rose en se refroidissant.

La recoloration des pierres décolorées par la lumière est souvent obtenue de façon beaucoup plus rapide par l'irradiation aux rayons ultraviolets (qui, bien entendu, doivent être convenablement filtrés pour les séparer des rayonnements visibles nocifs), aux rayons X, ou aux émanations des corps radioactifs. Cette irradiation provoque parfois une vive fluorescence des pierres irradiées (fluorescence rose-saumon pour la hackmanite, rose pour la calcite).

Pour toutes ces pierres, la seule présence de l'impureté, que ni le temps ni la chaleur ne sauraient éliminer, ne peut donc expliquer les phénomènes de coloration et de décoloration. Il a été reconnu d'ailleurs que le sel gemme par-

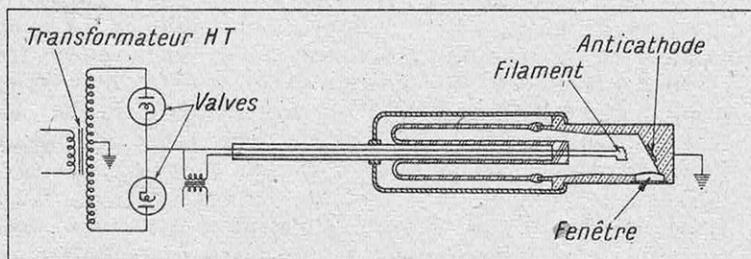


FIG. 1 ET 2. — LE TUBE A RAYONS X DE 50 KV DES LABORATOIRES MACHLETT  
La pierre à irradier est placée à quelques millimètres de la fenêtre de ce tube.

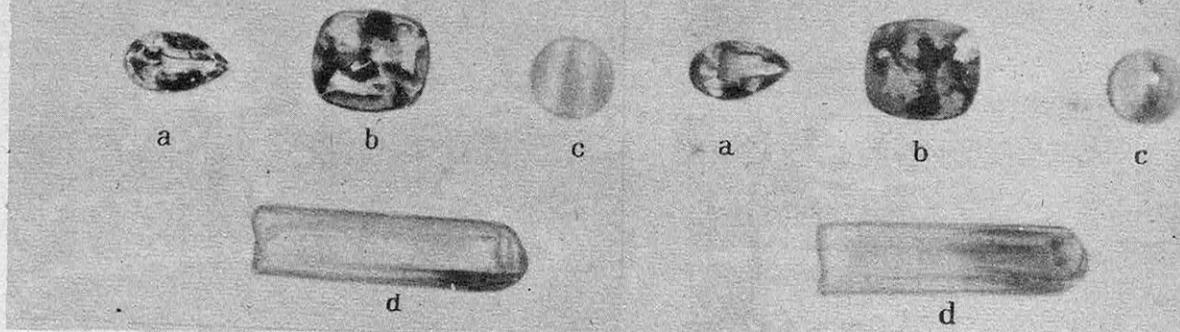


FIG. 3. — CHANGEMENT DE TEINTE DE QUELQUES PIERRES SOUS L'INFLUENCE DES RAYONS X

Une exposition de quelques minutes aux rayons X fait apparaître sur la kunzite (d) des taches vertes localisées à la zone irradiée, avec phosphorescence orangée; la kunzite taillée (a), de couleur lilas, devient également verte; le saphir jaune (b) devient rouge brun, et la scapolite ambrée (c) devient mauve.

faitement pur pouvait prendre une coloration bleue par l'action prolongée des rayons X ou d'éléments radioactifs.

Les théories modernes expliquent ces phénomènes par une redistribution des électrons dans la molécule sous l'influence des radiations reçues. Cette redistribution se fait de façon différente suivant la longueur d'onde de ces radiations et serait plus ou moins stable selon la nature du corps irradié et celle des impuretés qu'il contient, dont l'effet est de perturber la structure moléculaire du cristal pur.

La coloration originale des pierres précieuses serait due à leur longue irradiation par les corps radioactifs contenus dans le sol.

Pour étudier ces effets d'irradiation, les laboratoires Machlett, de Springdale (Connecticut, U. S. A.) ont construit un tube à rayons X de 50 kV, de petites dimensions, avec anticathode de tungstène refroidie par eau (fig. 1 et 2). L'intensité du faisceau cathodique est de 50 milliampères et la longueur d'onde des rayons émis varie entre 4 et 40 angströms. Pour laisser passer ces rayons moins « durs » (c'est-à-dire de plus grande longueur d'onde) que les rayons X les plus fréquemment employés, il est nécessaire de munir le tube d'une fenêtre en béryllium d'un millimètre d'épaisseur : ce métal est moins absorbant que l'aluminium ou le verre pyrex qui servent généralement à cet usage (fig. 4).

L'exposition au rayonnement de ce tube pendant une dizaine de minutes suffit pour provoquer sur diverses pierres un changement de coloration notable, qui, d'ailleurs, est variable suivant la nature de la pierre, son origine et même, dans une certaine mesure, sa « taille ».

Ainsi le quartz incolore prend une teinte fumée, le quartz pourpre devient plus foncé,

le quartz brun devient pourpre, la scapolite ou œil-de-chat (quartz pénétré de fil d'amiante) vire du blanc au pourpre et du jaune au pourpre gris; le spodumène (silicate double de lithium et d'aluminium, de couleur blanche) et la kunzite (variété californienne de spodumène, de couleur lilas) virent au vert avec fluorescence orange; la hackmanite blanche vire au rouge-framboise avec fluorescence rose-saumon, le saphir et la topaze (fluosilicate d'aluminium) prennent des teintes variées (fig. 3).

Par contre, l'influence des rayons X est à peu près nulle sur l'émeraude et l'aigue-marine : il faut plus de 60 h d'exposition pour obtenir chez cette dernière pierre un léger virage du bleu au vert pâle.

La pénétration des rayons X dans les cristaux, avec une intensité encore suffisante pour provoquer les changements de coloration indiqués, est de l'ordre de 1 cm.

Les rayons ultraviolets, X ou gamma (c'est-à-dire, en général, les rayonnements électromagnétiques de courte longueur d'onde) ne sont pas les seuls à provoquer des changements de teinte des minéraux cristallisés. Cette propriété semble commune à tous les rayonnements ionisants, qui comprennent également les rayons cathodiques et les rayons alpha et bêta issus des corps radioactifs. Les plus efficaces seraient même les faisceaux de deutons, noyaux d'hydrogène lourd issus des cyclotrons. C'est ainsi qu'on a pu obtenir, à partir de diamants à peine ambrés, exposés pendant quelques secondes à des deutons de 10 millions d'électronvolts, des diamants verts, qui sont les pierres de plus grande valeur en bijouterie; la coloration acquise, identique à celle des très rares diamants verts naturels, ne se perd qu'à haute température (900° C).

La transformation d'un cristal ainsi traité intéresse tantôt seulement la région directement exposée au faisceau de deutons, tantôt le cristal entier, par action secondaire des rayons gamma produits dans le cristal par ce bombardement. Par exemple, sur un cristal de quartz incolore, seule la région exposée fonce; mais, si le quartz est initialement coloré, si peu que ce soit, le cristal entier fonce lorsqu'une de ses parties est soumise à ce rayonnement.

L'intensité d'un bombardement de deutons peut être mesurée par le changement de teinte du sel gemme, qui varie de l'incolore au noir; l'exposition du sel à un trop fort rayonnement ou à une température dépassant 220° C lui rend sa transparence primitive.

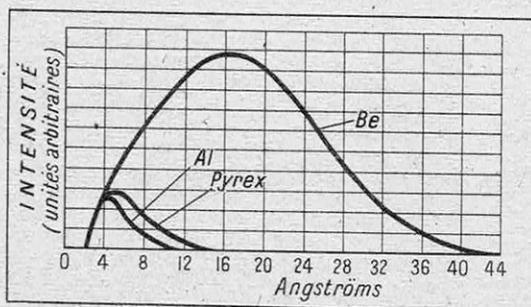


FIG. 4. — TRANSPARENCE COMPARÉE AUX RAYONS X DU VERRE PYREX, DE L'ALUMINIUM ET DU BÉRYLLIUM

# PROJECTILES A RÉACTION ET ARMES DE CHASSE

par Camille ROUGERON

*L'efficacité des armes de chasse, bien que ne satisfaisant pas entièrement les chasseurs, ne s'est guère améliorée depuis longtemps, malgré les efforts des armuriers. Avec les fusils et les munitions classiques, elle est en effet limitée par divers facteurs : poids de l'arme, énergie du recul, chute rapide de la vitesse des plombs dans l'air, dispersion de la gerbe. Il est assez extraordinaire que, dans les multiples applications de la propulsion par fusée, qui vont du projectile d'artillerie à l'engin type V-2, aucune place n'ait été faite aux armes de chasse. Les progrès rapides que la guerre a fait réaliser au projectile autopropulsé permettent cependant de reprendre le problème sur des bases entièrement nouvelles. Sans même qu'il soit nécessaire de modifier l'arme et sans accroissement notable de la charge de poudre, il apparaît possible de réaliser des cartouches de fabrication simple qui, tirées à vitesse modérée et ne dispersant leurs plombs qu'après une phase propulsive plus ou moins longue, seraient efficaces à des distances nettement supérieures aux distances de tir habituelles.*

**L**es applications de la propulsion par fusée ne se comptent plus. Elle servait, hier, aussi bien au tir d'un « Bazooka » contre un char à 20 m qu'à celui d'une V-2 à 300 km. Elle est montée aujourd'hui sur les avions expérimentaux américains qu'on affirme avoir dépassé la vitesse du son ; elle le sera demain sur les engins postaux transatlantiques qui feront le service Europe-Amérique en moins de deux heures et, après-demain, sur les premiers projectiles qui sortiront de notre atmosphère pour notifier à la Lune ou à Mars les derniers progrès réalisés sur la Terre.

Pourquoi l'autopropulsion n'a-t-elle encore reçu aucune application à la chasse ? Depuis le forage *choke* (1) et les premières poudres cellulosiques, qui datent bientôt de trois quarts de siècle, il n'apparaît pas que le fusil et ses munitions aient fait de grands progrès. La présente décennie ne se signalera guère à la postérité que par le montage de canons superposés remplaçant les canons juxtaposés.

(1) Le forage « choke » (du verbe anglais *to choke*, étrangler) consiste à ménager à l'extrémité du canon un étranglement léger qui resserre le groupement des plombs.

FIG. 1. — FUSIL HAMMERLESS A CANONS SUPERPOSÉS, A PLATINES ET ÉJECTEUR AUTOMATIQUE DE CALIBRE 20 (PHOTO GASTINNE RENETTE)

Pourtant, un relèvement de la puissance ne serait pas un luxe.

Le gibier s'adapte rapidement, et même en moins d'une saison, aux armes de chasse, comme les chiens de berger aux bicyclettes, la volaille aux autos et l'homme lui-même aux V-2 ou aux bombes atomiques. On aura toujours besoin, pour quelque objectif que ce soit, d'une arme de puissance supérieure à celle des armes en service.

Mais il ne faudrait pas que le relèvement de la puissance des armes de chasse conduise à des valeurs inacceptables de son poids ou de son énergie de recul.

## Le poids des armes de chasse

Le poids des armes de chasse est-il si faible que l'allègement procuré par l'autopropulsion soit sans intérêt ?

Assurément, le combattant a porté pendant des siècles un fusil de guerre dont les derniers modèles, avec plus de 4 kg, étaient nettement plus lourds que le fusil de chasse. Mais il commence à s'apercevoir que ce poids n'est pas indispensable, et le pistolet mitrailleur ou la carabine, souvent même plus légers que le fusil de chasse, connaissent une faveur croissante.

Au surplus, les conditions d'emploi sont assez différentes pour qu'on ne néglige pas une possibilité d'allègement du fusil de chasse. Le poids du fusil double, à plombs, aisément accepté par un homme de vigueur moyenne pour la chasse en marchant, est de 2,8 kg à 3 kg dans le calibre 12 (1). S'il est plus lourd,

(1) Le calibre nominal des anciens fusils lisses se désignait en tous pays par le nombre



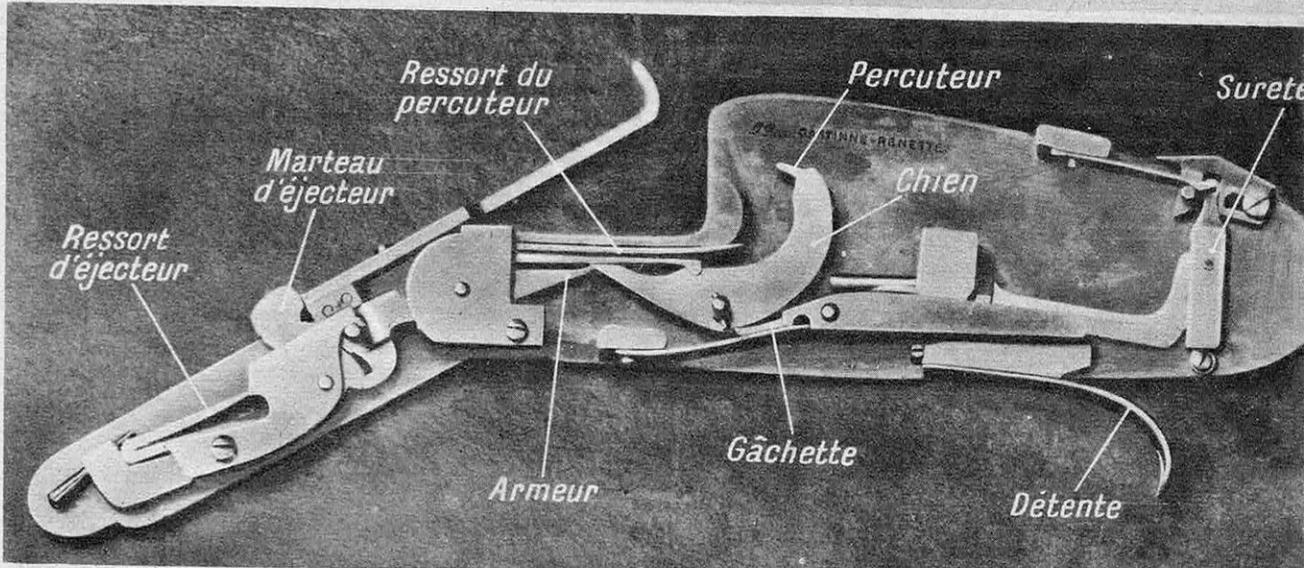
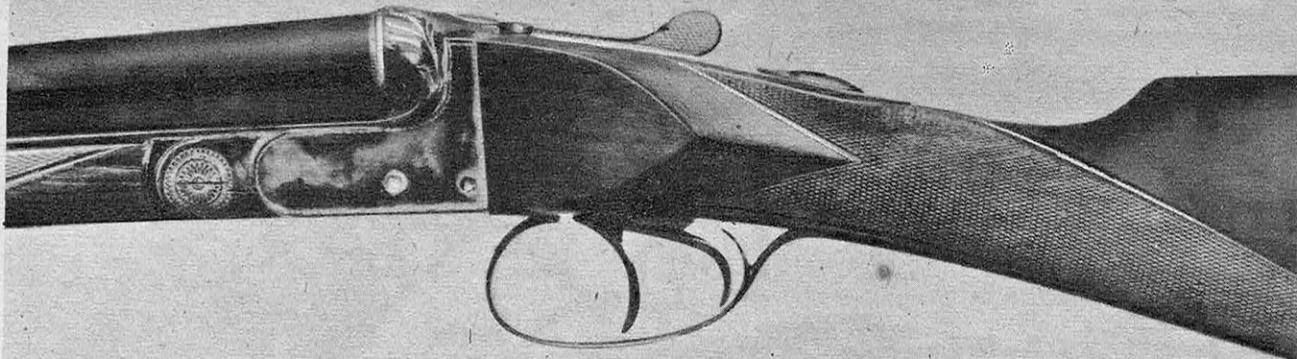


FIG. 2 ET 3. — FUSIL HAMMERLESS FERMÉ (EN HAUT), MÉCANISME ET ÉJECTEUR DU TYPE ANSON ET DECLEY (EN BAS)

L'ouverture du fusil provoque un pivotement de l'armeur qui appuie sur le chien. Le percuteur revient en arrière et le chien reste maintenu en place par la gâchette. L'armeur revient à sa position normale quand on ferme le fusil. Lorsque le tireur appuie sur la détente, la gâchette libère le chien et le percuteur est lancé en avant par son ressort. A l'ouverture du fusil et si le coup a été tiré (c'est-à-dire si le chien appuie sur l'armeur), le marteau de l'extracteur est rejeté en arrière et la cartouche est éjectée (Gastinne Renette).

on finit par le faire passer de la main à l'épaule, ou à la bretelle, et il n'est plus prêt à temps pour tirer. En outre, on ne suit pas aussi facilement un but très mobile avec un fusil lourd qu'avec un fusil moyen. C'est une des raisons du succès assez limité que remportent, malgré tous leurs autres avantages, les fusils automatiques genre Browning ou Winchester qui, pour le même calibre, pèsent dans les 3,6 kg. C'est ce même poids qu'atteignent et dépassent les fusils spéciaux pour le tir aux pigeons ou les canardières ; mais il ne s'agit plus de tir en marchant.

Des poids supérieurs sont admis pour le tir à balles à la grosse bête ; les fusils simples ou doubles de moyenne puissance au calibre de

8 à 11 mm (chevreuil, sanglier...) pèsent de 3,5 kg à 4,2 kg ; les fusils de grande puissance au calibre de 10 à 12 mm pour le tir d'animaux dangereux (lion, buffle...) pèsent de 4 à 5 kg ; les fusils de puissance maximum au calibre de 11,5 à 12,7 mm pour le tir des plus gros animaux pèsent de 5 à 6 kg.

Voici l'avis de deux chasseurs qualifiés sur les poids de ces armes : « Bien peu de chasseurs, écrivait M. Chochoy en 1914, dans le *Bulletin du Saint-Hubert Club*, sont capables de porter à la main, pendant des heures, un fusil de plus de 4 kg. On met l'arme à la bretelle ou on la donne à un coolie, et l'on manque souvent ainsi une belle occasion de tirer. » Th. Roosevelt estimait, de son côté, que le chasseur ne peut viser d'une façon suffisante un animal qui le charge, si le poids de son fusil dépasse 4,2 kg.

Au reste, l'intérêt de l'allègement est assez généralement reconnu pour que le calibre 16, malgré son infériorité de puissance, soit fréquemment préféré au calibre 12 pour les quelque 250 g de poids qu'il permet d'économiser. On a même construit des fusils très légers pour leur calibre, appelés « fusils plumes », dont le poids est d'environ 2,45 kg en calibre 12 et 2,2 kg en calibre 16 ; c'est au détriment de leur solidité,

de balles sphériques de plomb, au diamètre de l'âme, contenues dans une livre de ce pays. La dénomination « calibre 12 » signifiait donc que 12 balles pesaient une livre, ce qui correspondait autrefois, en France, avec la livre de 489 g, à un calibre réel de 19,08 mm. Pour éviter les différences de calibre réel entre un même calibre nominal suivant la valeur nationale de la livre, qui atteignaient le demi-millimètre, la conférence internationale de Liège, en 1911, a unifié ces calibres sur les bases suivantes : calibre 12 : 18,5 mm ; calibre 16 : 16,8 mm.

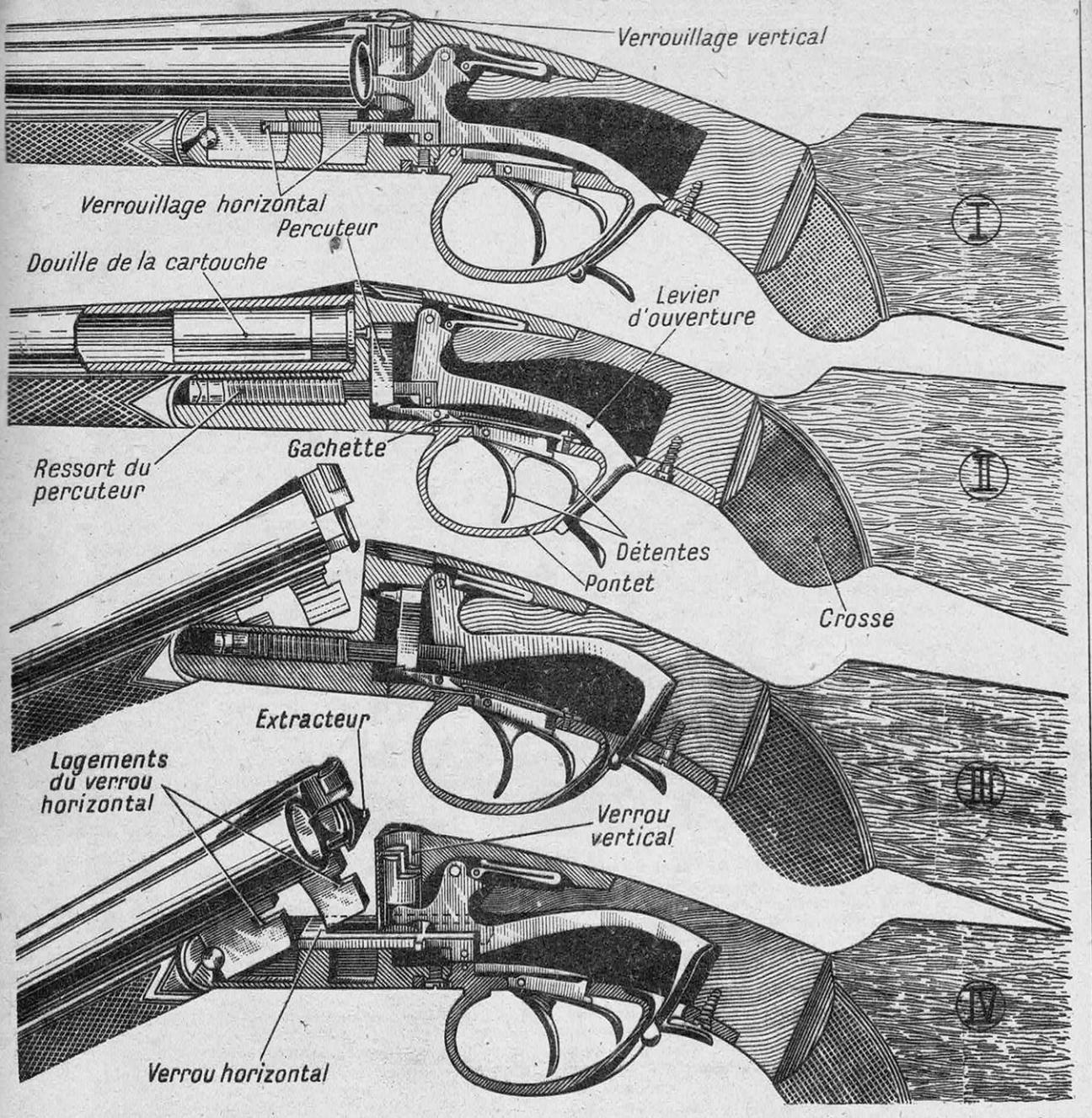


FIG. 4. — DEUX PHASES DE FONCTIONNEMENT D'UN FUSIL DE CHASSE MODERNE (TYPE « IDÉAL » DE LA MANUFACTURE FRANÇAISE D'ARMES ET CYCLES DE SAINT-ÉTIENNE)

En I et II, le fusil est fermé et vient de tirer. En III et IV, il est ouvert, après éjection, et prêt à être rechargé. II et III sont des coupes suivant l'axe d'un canon; elles montrent comment le fusil est armé: le levier d'ouverture, lorsqu'on le ramène à l'intérieur de la crosse, entraîne vers l'arrière le verrou horizontal (voir IV). Celui-ci entraîne à son tour le percuteur, qui vient s'accrocher à la gâchette. En appuyant sur la détente, le tireur abaisse l'extrémité de la gâchette, et le percuteur est lancé vers l'avant par son ressort. I et IV sont des coupes suivant le plan médian du fusil. Elles montrent le quadruple verrouillage du canon sur la crosse. Ce verrouillage est commandé par le levier d'ouverture qui, lorsqu'on éloigne son extrémité de la crosse, pousse le verrou horizontal vers l'avant et le verrou vertical de bas en haut. Si l'on déverrouille, au contraire, le canon, on peut ouvrir le fusil, ce qui libère l'extracteur qui chasse les cartouches brûlées.

et ils ont un recul pénible quand on y tire des cartouches à charge normale de poudre et de plomb.

Le tir semi-autopropulsé à faible vitesse initiale et grande vitesse finale, dont nous parlerons plus loin, qui permet un allègement considérable de l'arme pour un recul et une

puissance acceptables, devrait donc trouver un débouché important dans le fusil de chasse, si l'on réussit à l'y adapter.

#### Le recul des armes de chasse

De même que le compromis actuel représenté par les armes de chasse de vente la plus courante

est à la limite des poids acceptés par la clientèle, il est à la limite des reculs qu'elle tolère.

Beaucoup de préjugés règnent sur le recul et les moyens d'y parer, qui s'expliquent par les appréciations subjectives du tireur. C'est ainsi que le recul produit une sensation plus forte au tir à la cible que lorsque l'attention est absorbée par l'intérêt de la chasse. Certains croient qu'un fusil a plus de recul dans un stand fermé qu'en plein air ; c'est que le bruit du coup est plus fort et que l'ébranlement nerveux produit par la détonation s'ajoute à celui du recul. D'autres croient que la poudre lente donne lieu à un recul moindre que la poudre vive, alors que c'est exactement le contraire. Pour la même vitesse initiale imprimée au même poids de plomb, le rendement de la poudre vive est en effet supérieur à celui de la poudre lente ; il en faut moins, et le recul est diminué de la quantité correspondant à une fraction importante de gaz éjectés inutilement à grande vitesse. D'autres, enfin, estiment que le recul des fusils de chasse est inférieur à celui des fusils de guerre, alors que le poids moindre de la balle et le poids supérieur de l'arme réduisent généralement le recul du fusil de guerre au-dessous de celui du fusil de chasse, malgré l'augmentation de vitesse initiale.

En réalité, l'effet physiologique est essentiellement lié à l'énergie cinétique du recul. En tirant, dans des fusils de différents poids, des charges de plomb ou des balles différentes avec différentes charges de poudres diverses, à différentes vitesses initiales, un expérimentateur exercé, et exempt de ces préjugés et de quelques autres, peut même mesurer cette énergie cinétique avec assez d'exactitude d'après la sensation qu'il ressent. Le général Journée, dont le traité sur le *Tir des fusils de chasse* fait encore autorité, obtenait le résultat avec une erreur probable de 5 % lorsque les énergies cinétiques comparées étaient voisines, et de 10 % lorsqu'elles étaient très différentes.

Dès lors, l'évaluation de la sensation de recul liée à l'énergie cinétique est un problème de mécanique élémentaire. La vitesse de recul s'obtient en égalant la quantité de mouvement de l'arme et celle de l'ensemble de la charge et des gaz de la poudre ; l'énergie cinétique de recul se déduit de cette vitesse de recul et, toutes choses égales d'ailleurs, elle est inversement proportionnelle à la masse du fusil. Le tableau de la figure 7, emprunté à l'ouvrage du général Journée, donne dans sa dernière colonne l'énergie ainsi calculée. On voit qu'elle est au moins deux fois plus grande pour le fusil de calibre 12 tirant une charge de plomb de 32 g avec bourre de 3 g à la vitesse de 375 m/s que pour que le fusil de guerre modèle 1886 tirant sa munition normale.

Voici, également empruntées à Journée, les conclusions habituellement admises quant au recul des armes de chasse.

Du point de vue fatigue du tireur, « les chasseurs de vigueur moyenne et moyennement exercés n'aiment pas avoir à supporter dans le tir de chasse un recul dont l'énergie cinétique soit supérieure à 4 kgm ; ils jugent pénible un recul de 5 kgm ».

Du point de vue précision, « l'appréhension du recul est nuisible, en tir à la cible, pour presque tous les tireurs, lorsque l'énergie cinétique dépasse 3,5 kgm. Il n'y a que très peu de tireurs qui puissent tirer des balles à la chasse

ou à la cible, avec toute la précision qu'elles peuvent avoir, quand le recul est de 4,5 kgm ; il n'y en a aucun qui puisse le faire avec un recul de 6 kgm ».

C'est l'explication de la très grosse différence de précision dans le tir au fusil modèle 1886 par le fantassin moyen et le tir de la même cartouche au mousqueton, raccourci et allégé, par l'artilleur. Ainsi, le fusil calibre 12 de 2,9 à 3 kg est, du point de vue recul, à la limite admissible pour la moyenne des tireurs, comme il l'est du point de vue poids. Les progrès de l'armurerie, surtout si elle fait appel aux plus récents alliages légers, permettraient d'établir un 12 aussi puissant que résistant en 2,5 kg. Mais son recul serait aussi gênant du point de vue fatigue que du point de vue précision. Les facilités qu'offre à cet égard le tir semi-automatique doivent donc trouver, là encore, à s'employer.

### L'efficacité des plombs de chasse : vitesse restante et dispersion de la gerbe

Mais il est d'autres raisons qui militent en faveur de l'adoption de cette formule et, pour le comprendre il n'est que d'examiner les tentatives infructueuses constamment renouvelées pour relever la puissance du fusil de chasse dans sa formule actuelle, qui se heurtent régulièrement aux lois inexorables de la balistique et du calcul des probabilités : le plomb de faible diamètre est un des projectiles qui conservent le moins bien leur vitesse, et le plus adroit des chasseurs a du mal à en placer les trois ou quatre qui sont nécessaires pour tuer un gibier au delà des 50 m qui constituent la portée pratique des armes de chasse habituelles.

Tous les perfectionnements qui visent à un relèvement sérieux de puissance par l'augmentation de la vitesse initiale sont voués à l'échec ;

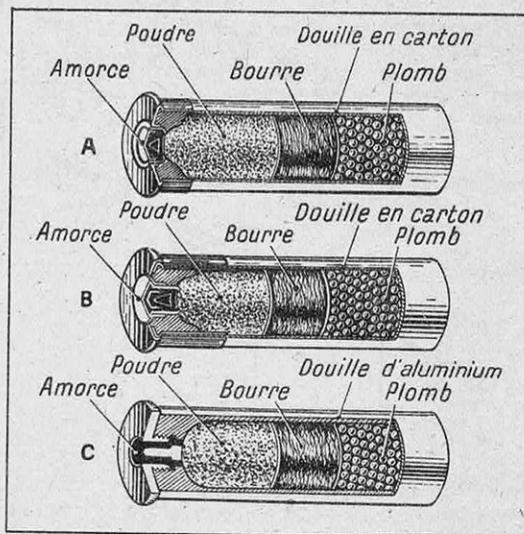


FIG. 5. — TROIS MODÈLES DE CARTOUCHES DE CHASSE

En A, cartouche type léger à culot en cuivre de faible hauteur, fond en carton comprimé ; en B, cartouche à culot en cuivre allongé, renfort intérieur en acier, fond doublé acier et remplissage en carton comprimé ; en C, cartouche en duralumin, culot vissé, pouvant se réamorcer et se recharger à plusieurs reprises.

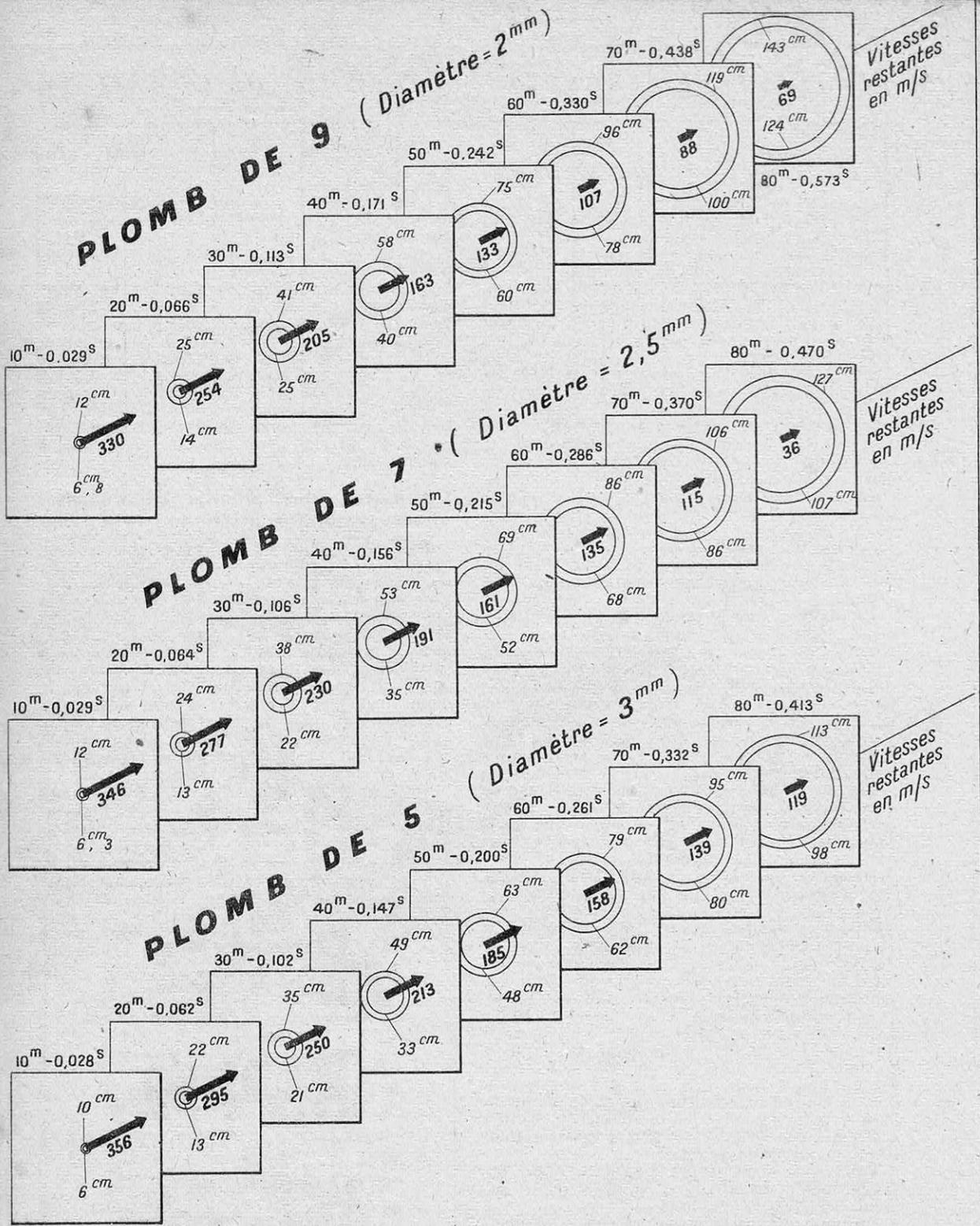


FIG. 6. — LES PRINCIPALES DONNÉES DU TIR AU FUSIL DE CHASSE CLASSIQUE A VITESSE INITIALE CONSTANTE ET AVEC TROIS PLOMB DE NUMÉROS DIFFÉRENTS

On a représenté, pour différentes distances, à la bouche du fusil (indiquées par des carrés), les vitesses restantes (flèches au centre de la cible) pour une vitesse initiale de 425 m/s et dans le cas du tir avec un canon choke. Les durées de trajet correspondantes sont indiquées dans le coin supérieur gauche de la cible. Les cercles concentriques ont un rayon, exprimé en centimètres, tel qu'ils contiennent la moitié des plombs

tirés et donnent, par conséquent, une idée de la dispersion du tir. Le cercle extérieur est relatif au fusil à canon cylindrique, et le cercle intérieur au fusil à canon choke dont la dispersion est moindre aux faibles distances. Pour une même vitesse initiale, la vitesse restante est légèrement plus forte avec un canon choke qu'avec un canon cylindrique; elle est supérieure de 4 % à 10 m, de 2,5 % à 30 m et redevient la même à 50 m.

FUSIL			POUDRE		PROJECTILE	VITESSE initiale (m/s)	RECU	
Type	Calibre (mm)	Poids (kg)	Nature	Poids (g)	Poids (bourre comprise s'il y a lieu) (g)		Vitesse (m/s)	Énergie cinétique (kgm)
Canardière ...	8	5,50	T	3,50	60,5	375	4,78	6,40
De chasse ....	12	2,95	T	2,20	35	375	5,12	4
De chasse ....	16	2,80	T	1,75	30,9	375	4,67	3,11
De guerre (mo- dèle 1886) ...	8	4,25	BN <sub>3</sub> F	3	12,8	701	2,88	1,80
Fusil allemand antichars 1918.	13	16,75		13,08	52,3	790	3,37	9,70

FIG. 7. — RECU DES FUSILS DE CHASSE ET DE GUERRE

cette vitesse initiale, si coûteuse par ses répercussions sur le poids de l'arme ou l'intensité du recul, se perd en quelques dizaines de mètres avec une facilité décourageante. La figure 6 donne, pour trois numéros de plomb, un fin, un moyen et un gros, la loi d'extinction de la vitesse à la sortie du canon. Pour le plomb moyen (plomb de Paris n° 7), on voit que la vitesse tombe de 425 à 346 m/s dans les 10 premiers mètres. Relever la vitesse initiale de sa valeur normale, 375 m/s, à la valeur de 425 m/s qui serait d'ailleurs exagérée à tous les points de vue (pression dans l'âme, recul du fusil, écrasement des plombs, formation de grappes, emplotage), ce serait donc atteindre à 55,5 m la même vitesse restante obtenue à 50 m avec la vitesse initiale normale.

On se gardera même de croire que ce relèvement modéré de portée utile se traduise par une amélioration pratique, car la dispersion de la charge est évidemment plus grande à 55,5 m qu'à 50 m. Si l'on se reporte à la figure 6, où cette dispersion est représentée par le rayon, aux différentes distances, du cercle contenant 50 % des plombs, on voit que ce rayon, donc la distance moyenne entre plombs, augmente de 13 % entre 50 et 55,5 m pour un canon

cylindrique ; les chances de placer sur un gibier de surface donnée le nombre de plombs voulus pour le tuer diminuent comme le carré de cette distance moyenne, donc de 22 %. L'effet serait encore plus accentué sur le canon choke, dont la supériorité de groupement sur le canon cylindrique se réduit avec la distance.

Il faut enfin observer que tous les tireurs ne sont pas parfaits et ne placent pas le centre de leur gerbe de plombs sur le gibier visé ; cet écart de justesse croît lui aussi rapidement avec la distance. Si bien qu'il faut conclure que la surcharge énorme que représente pour l'arme et le tireur la vitesse initiale de 425 m/s, au lieu de celle de 375 m/s, augmente tout au plus de 1 à 2 m, vers 50 m, la portée utile du fusil tirant à plombs.

Peut-on améliorer cette portée utile en tirant un plomb plus gros ? Assurément, et le tableau montre que la même vitesse restante d'environ 160 m/s s'obtient à 40 m avec du plomb n° 9, à 50 m avec du plomb n° 7, à 60 m avec du plomb n° 5. Il faut même ajouter que l'effet vulnérant de chaque plomb, représenté sensiblement par son énergie cinétique, croît avec son poids. Mais la grosse difficulté reste, même pour le tireur parfait, d'obtenir le nombre

CHARGE DE POUDRE (g)	PRESSIONS (kg/cm <sup>2</sup> )	VITESSE INITIALE (m/s)	ÉNERGIE DE RECU POUR UN FUSIL DE	
			3 kg (kgm)	2,25 kg (kgm)
1,45	120	250		
1,6	150	275	2,03	2,71
1,8	190	300	2,50	3,34
1,9	240	325	3,02	4,03
2,1	350-500	350	3,56	4,75
2,3	480-580	375	4,18	5,58
2,5	550-680	400	4,80	6,40
2,9	710-940	450	5,53	7,38
3,4	950-1 600	500	7,12	9,50
			8,70	11,60

FIG. 8. — LA VARIATION DE L'ÉNERGIE DE RECU EN FONCTION DE LA CHARGE DE POUDRE DE LA CARTOUCHE

Le tableau donne, pour un fusil de calibre 12, dont le canon aurait 700 mm de longueur et tirerait 36 g de plombs plus 3 g de bourre avec de la poudre T<sub>1</sub>, la charge de poudre, la pression maximum dans le canon, la vitesse initiale du tir et l'énergie de recul. La pression maximum présente des écarts accidentels élevés, surtout aux fortes charges.

d'atteintes voulues pour tuer le gibier. La diminution du nombre des plombs compense l'augmentation de leur poids individuel, si l'on se propose de placer sur le gibier une énergie cinétique donnée, et l'effet néfaste de l'accroissement de dispersion avec la distance subsiste. En passant du tir, en canon choke, du plomb n° 7 à 50 m à celui du plomb n° 5 à 60 m, l'écart moyen entre plombs augmente de 19 % ; les chances d'atteinte diminuent de ce fait de 30 %.

Le choix judicieux de la charge de poudre et de plombs, comme de la nature de cette poudre et du numéro de ces plombs, est le seul moyen dont dispose actuellement le possesseur d'une arme de chasse pour en tirer le meilleur parti. Il ne doit donc pas le négliger, mais il aurait tort de surestimer le bénéfice qu'il peut en attendre.

### La propulsion par fusée d'une charge de plombs

Le recours à l'autopropulsion pour le tir à plombs suppose le tir à vitesse réduite, dans les armes actuelles ou dans une arme spéciale, d'une charge de plombs enfermée dans une enveloppe propulsée sur le début de sa trajectoire par une fusée, et dont une charge auxiliaire explosive provoque la dispersion à un instant choisi. C'est la combinaison, d'une part de la

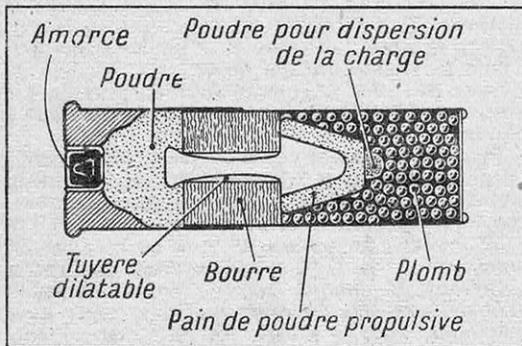


FIG. 9. — COUPE D'UNE CARTOUCHE DE CHASSE POUR TIR SEMI-AUTOPROPULSÉ

La cartouche ne diffère de celle qui est représentée en A (fig. 5) que par la présence d'un corps de fusée avec tuyère dans l'axe de la bourre. La tuyère est placée avec jeu dans un tube de plus grand diamètre, dont elle épouse la forme sous l'effet de la pression dans l'âme, lorsqu'on ne provoque aucun échappement partiel des gaz ; elle conserve au contraire sa forme initiale lorsque cet échappement partiel réduit la pression dans l'âme. La combustion du pain de poudre propulsive est ralentie dans le premier cas, retardant l'explosion de la poudre pulvérulente non comprimée et la dispersion de la charge ; on obtient donc à volonté cette dispersion à deux distances, telles que 10 m et 30 m. L'enveloppe en carton de la cartouche se sépare du culot au tir et accompagne le plomb et la bourre, en formant empennage. Le tir d'une telle cartouche suppose un canon cylindrique, avec chambre au diamètre de l'âme. Mais le tir serait encore possible dans un fusil ordinaire, même choke, avec un manchon d'adaptation dans la chambre et des rainures longitudinales dans le carton de la cartouche pour le franchissement du choke. Le corps de fusée et la tuyère sont supposés constitués par des emboutis d'alliage léger, collés, en 1 à 3/10 de millimètre d'épaisseur, dont la complication et le prix n'excèdent pas ceux de pièces de culot de la cartouche renforcée représentée en B (fig. 5).

propulsion par fusée ou autopropulsion, d'autre part du projectile dénommé « fusant » dans ses applications militaires, c'est-à-dire dont l'explosion est provoquée par une fusée à temps, les deux sens du terme « fusée » devant être soigneusement distingués. Elle réunit donc les avantages — et les inconvénients — de ces deux dispositifs.

La transposition aux armes de chasse du projectile fusant de gros calibre chargé à balles n'est pas une nouveauté. Elle est presque aussi ancienne que celui-ci. Elle était longuement discutée, vers 1900, dans les premières éditions de l'ouvrage du général Journée, qui y voyait le principal progrès possible de l'arme de chasse. On présente périodiquement des « concentrateurs » fondés sur le même principe et plus ou moins simplifiés ; ce sont, par exemple, un simple cylindre de carton au calibre du canon, enfermant la charge de plomb, sortant avec elle et faisant balle sur quelques mètres, ou une bourre de liège reliée par un fil à un sachet d'étoffe qui maintient les plombs groupés sur cette même distance. Nous l'avions nous-même proposée, en 1936, sans plus de succès, sous la forme du tir fusant d'un moyen ou gros calibre débouché à distance fixe, 500 ou 1 000 mètres, contre ce gibier d'atteinte particulièrement difficile qu'est l'avion en piqué ou en vol rasant.

Sous réserve d'une réalisation satisfaisante, il n'est pas douteux que ce principe doive conduire, à lui seul, à un relèvement de puissance considérable. Si l'on remplace, sur 25 m de trajectoire par exemple, les 354 plombs d'une charge de 32 g n° 7 par un paquet fait avec leur ensemble, la section qu'il présente à l'air, donc la résistance aérodynamique et la perte de vitesse sous l'effet de cette résistance, sont réduites sensiblement dans le rapport inverse de la racine carrée du nombre des plombs (1). Au lieu de perdre près de 150 m/s sur 25 m, ils ne perdront même pas 10 m/s. On gagnera donc pratiquement ces 25 m pour la portée et la dispersion, et le chasseur parfait qui saurait placer le centre de sa gerbe sur le gibier à 75 m y réaliserait, par cet artifice, même vitesse restante et même dispersion que dans le tir à 50 m de la cartouche ordinaire.

Le recours à l'autopropulsion ajoute ses avantages propres à ce progrès déjà très important que serait la charge faisant balle sur quelques dizaines de mètres. Comme l'ont montré les nombreuses applications militaires, il permet toute puissance pratiquement désirable avec un poids d'arme et un recul aussi réduits qu'on peut les souhaiter.

On examinera d'abord ce que pourraient donner à cet égard les fusils actuels, sans aucune retouche à l'arme. Le tableau de la figure 8 précise la réduction très importante de charge de poudre, de pression et de recul que l'on peut obtenir si l'on ramène la vitesse normale de 375 m/s à des valeurs nettement plus faibles, qui seraient insuffisantes en tir ordinaire, mais qui sont plutôt surabondantes en tir semi-autopropulsé.

Par exemple, le tir à 375 m/s d'une charge, assez élevée, de 36 g de plombs, demande 2,3 g de poudre T<sub>1</sub>, provoque une pression qui atteint

(1) La meilleure forme de la charge groupée par rapport au plomb sphérique compense largement la réduction de densité moyenne due aux 42 % de vides entre plombs.

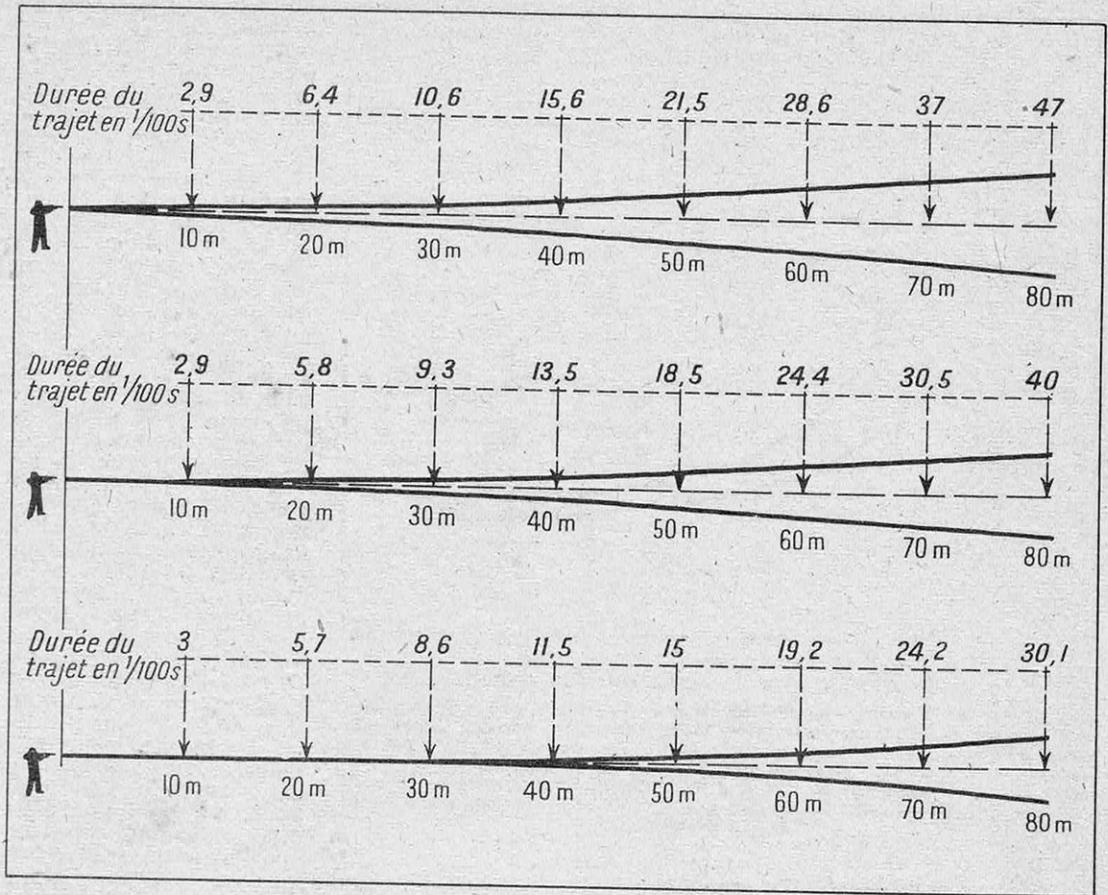


FIG. 10. — LE TIR A PLOMB D'UN FUSIL DE CHASSE AVEC OU SANS AUTOPROPULSION

Le tir à plombs d'un fusil de chasse devient inefficace à grande distance parce que les durées de trajet deviennent excessives et que leur dispersion diminue les chances d'atteinte. L'autopropulsion de la cartouche sur une portion du trajet plus ou moins longue (10 et 30 m sur la figure), selon la distance du gibier, remédierait à ces deux inconvénients et relèverait la vitesse restante des plombs aux différentes distances.

fréquemment près de 600 kg/cm<sup>2</sup> et imprime à un fusil de calibre 12 pesant 3 kg une énergie de recul de 4,8 kgm, assez pénible à supporter. Le tir de la même charge de plombs dans la même arme, mais à 250 m/s seulement, ne demande plus que 1,4 g de poudre ; la pression n'atteint plus qu'une valeur insignifiante, de l'ordre de 100 kg/cm<sup>2</sup>, qui permet d'alléger l'arme autant qu'on peut le désirer ; l'énergie de recul, réduite de plus de moitié, devient inférieure à celle d'un calibre 20 tirant une charge normale de 22 g de plombs à la vitesse normale de 375 m/s. On pourrait relever cette énergie de recul à une valeur très supportable encore, en tirant dans les plus légers des « fusils-plumes ».

Telle serait du moins la solution du tir de chasse semi-autopropulsé dans les pays bienheureux où la balistique expérimentale ne serait pas placée, par le jeu des impôts sur la poudre, sur le même pied que l'intoxication par le tabac ou par l'alcool. Dans les autres, on voudra économiser un produit aussi précieux et chercher la répartition optimum de la poudre qui doit brûler dans le canon et en dehors.

Si l'on en a douté longtemps, on sait suffisamment aujourd'hui, après l'expérience des V-2,

que la fusée convient surtout aux grandes vitesses, et le canon aux faibles vitesses. La différence tient à ce que le rendement de celui-ci est pratiquement indépendant de la vitesse, et que le rendement de celle-là, par l'intervention d'un terme « rendement propulsif » sensiblement proportionnel à la vitesse, est très mauvais aux faibles vitesses. Si l'on veut atteindre 250 m/s avec une fusée éjectant ses gaz à 2 000 m/s, il faut consacrer à la charge de poudre 12,5 % du poids total, soit au moins 6 g s'ajoutant à 6 g de corps et 36 g de plombs ; pour 500 m/s, il faudrait au moins 12 g de poudre. C'est une proportion de poudre que peuvent s'offrir un fantassin tirant un « bazooka » ou un aviateur lançant une bombe-fusée, mais pas un chasseur qui paye ses munitions et dont l'arme actuelle, avec tous ses défauts, tirerait la même charge de plombs aux mêmes vitesses avec 1,5 ou 3,4 g de poudre seulement.

Il faudra donc concilier les progrès possibles de l'arme en légèreté et en recul et l'économie de poudre. On choisira, par exemple, une vitesse initiale de 325 m/s, qui réduit déjà le recul d'environ 25 % par rapport aux 375 m/s habituels, et l'on demandera à la fusée les 50 m/s

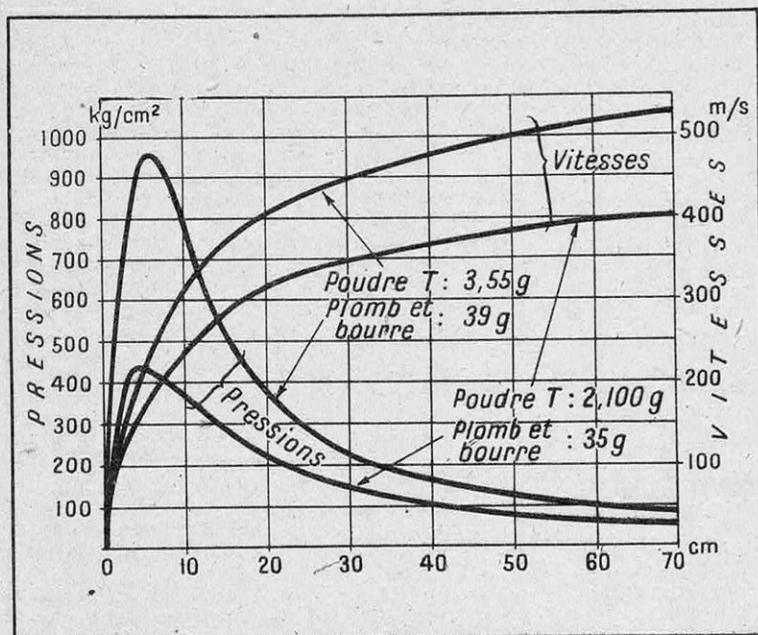


FIG. 11. — PRESSIONS ET VITESSES DANS L'ÂME D'UN FUSIL DE CHASSE

Les courbes ci-dessus donnent, pour un canon calibre 12, de 0,70 m de longueur, les pressions et les vitesses successives en fonction de la position des plombs dans l'âme pour un tir à charge normale et un tir en surcharge. Avec les poudres habituelles, relativement vives, on voit que l'effet de la longueur du canon est assez faible; l'augmenter de 0,70 à 1 m donnerait, aux vitesses voisines de 400 m/s, un gain de moins de 20 m/s, qui, avec du plomb moyen, serait perdu sur 2 m de trajet dans l'air.

de vitesse complémentaire. La charge de poudre en tir semi-autopropulsé n'est plus, au total, que de 2,9 g, dont 1,9 g pour la combustion dans l'âme et 1 g en dehors, contre 2,3 g dans le tir ordinaire; la dépense supplémentaire de 0,6 g de poudre est rentable, si elle majore de quelques dizaines de mètres la portée utile de l'arme.

Mais l'autopropulsion se prête à bien des variantes, et le raisonnement sur ces valeurs moyennes que sont le calibre 12, les 32 g de plombs n° 7 et les 375 m/s de vitesse initiale ne se justifie plus, dès que jouent ces trois facteurs nouveaux, la proportion de poudre brûlant dans le canon ou en autopropulsion, la distance de production de la gerbe de plombs, et enfin son ouverture qui est réglable dans de grandes limites suivant l'organisation de la charge.

En voici un exemple.

On se propose, en période de rationnement de la poudre et des plombs, d'établir une munition économique pour le tir à la perdrix entre 25 et 40 m. On choisira un petit calibre, tirant une faible charge d'un plomb fin à petite vitesse initiale, en demandant beaucoup au fusil et peu à l'autopropulsion.

Ce sera, par exemple, un calibre 20, tirant 18 g de plombs n° 9 à 300 m/s, portés à 325 m/s par une fusée provoquant la dispersion des plombs à 20 m de la bouche, après leur avoir imprimé un supplément de vitesse de 25 m/s. La charge de poudre sera d'environ 0,95 g pour le tir dans le canon, 0,25 g pour l'autopropulsion, soit 1,2 g au total. A 40 m de la bouche, après

dispersion de la charge de plombs à 20 m, leur vitesse restante sera (voir fig. 6) d'environ 237 m/s; leur dispersion pourra être réglée à volonté suivant la charge qui la provoque, la résistance de leur enveloppe, etc., au-dessus d'une limite inférieure qui sera sensiblement celle de la dispersion sur même distance au tir dans un canon cylindrique, qui correspond à une valeur de 0,25 m pour le rayon du cercle contenant 50 % des coups; on choisira, par exemple, un rayon de 0,33 m, qui est celui correspondant à la dispersion de plombs n° 5 à 40 m, au tir dans un canon choke.

Il est aisé de comparer l'efficacité d'une telle cartouche et du tir normal à même distance, par exemple celui de 32 g de plombs n° 7 à 375 m/s dans un canon choke de calibre 12. En passant de ce tir à celui de 18 g de plombs n° 9 dans le calibre 20, le nombre des plombs est augmenté de 10 %, leur vitesse de 28 %, leur densité de 12 %, et leur poids individuel réduit de 49 %; l'efficacité est donc relevée de 2 à 3 %; elle serait légèrement diminuée au delà de 40 m, mais augmentée dans un rapport plus grand en deçà de 40 m.

Ainsi, un léger recours à la propulsion par fusée permet de conserver au moins l'efficacité du tir normal, avec une cartouche contenant sensiblement moitié moins de plombs et moitié moins de poudre, avec une pression et un recul réduits également de près de moitié, dans un fusil pesant 750 g de moins. La durée de trajet moindre améliore d'ailleurs beaucoup la justesse du tir.

On pourrait multiplier ces exemples, qui seraient d'autant plus démonstratifs que l'on recherche une distance d'efficacité supérieure; les fusils de calibre 12 à 16, chargés à plombs moyens, feraient notamment d'excellentes canardières pour le tir à 80-100 m.

### La fusée à fonctionnement réglable

La cartouche à autopropulsion telle qu'on vient de l'étudier présente un inconvénient qui n'est pas prohibitif, mais dont il y aurait cependant intérêt à s'affranchir. Elle disperse les plombs à distance fixe. Si le gibier apparaît à distance moindre, il faut renoncer à tirer, ou attendre qu'il se soit éloigné, ce qui n'est pas toujours possible, dans le tir sous bois par exemple. De toute façon, on s'expose à manquer un gibier dont l'atteinte était certaine si on avait pu le tirer à faible distance avec un fusil et une munition ordinaires. De plus, le choix d'une distance de dispersion moyenne s'oppose au tir à très grande portée avec une fusée qui fonctionnerait, par exemple, vers 50 à 60 m.

Le remède le plus simple à ces difficultés sera

évidemment la combinaison, dans un même fusil à deux coups, de cartouches différentes, avec ou sans autopropulsion, suivant le gibier, le terrain, et les autres facteurs qui obligent déjà le chasseur à cette adaptation constante de son arme et de ses munitions.

Mais ne pourrait-on profiter de la propulsion par fusée pour le réglage de cette distance de dispersion ? C'est tout le problème du tir « fusant », dans ses applications militaires. La transposition paraît au premier abord impraticable, car les exigences du tir de chasse sont plus sévères encore que celles du tir de guerre. Lorsque l'adversaire est un avion lointain, on dispose de plusieurs secondes pour déboucher ou régler la fusée du projectile, charger et tirer ; ce délai manque pour un gibier qui se lève et qui est presque aussitôt hors d'atteinte. Le problème du réglage du dispositif d'autopropulsion se pose alors sous la forme suivante : le fusil étant chargé et pointé, obtenir instantanément la dispersion des plombs en un point variable de la trajectoire, suivant l'appréciation par le tireur de la distance du gibier.

Il semble bien qu'il soit susceptible de solutions simples, économiques, et à la portée du tireur moyen, si l'on n'exige pas une gamme trop étendue de points de dispersion et de portées corrélatives. Par exemple, trois points de dispersion à 10 m, 25 m, et 40 m suffiraient pour un gibier rapproché (15-30 m), à distance moyenne (30-50 m) ou éloigné (50-70 m). A la rigueur même, deux points de dispersion, à 10 m et 30 m suffiraient pour tous les cas : gibier à distance moyenne (20-35 m), gibier éloigné (35-60 m).

Des dispositifs particulièrement simples de réglage de la vitesse initiale et de la portée ont été utilisés pendant la guerre de 1914-1918. C'était la variation de volume de la chambre, ou l'échappement réglable d'une partie des gaz. La transposition au fusil de chasse de ce dernier procédé comporterait, par exemple, deux orifices normalement obturés qu'on ouvrirait à l'instant du tir à l'aide d'un doigt de la main gauche, pendant que la main droite commande la détente, la réalisation et la manœuvre rappelant celle d'un instrument de musique.

Sous cette forme simple, le rendement est

faible et la marge de réglage insuffisante. Si la propulsion par fusée, le canon étant obturé, provoque la dispersion à 30 m par exemple, il est nécessaire de réduire la vitesse initiale de moitié pour ramener cette distance à 15 m ; l'efficacité du coup est considérablement diminuée, puisque, du point de vue consommation de poudre, la vitesse à la bouche doit rester le facteur principal de la vitesse finale.

Pour concilier l'économie et l'étendue du réglage, il est donc indispensable de ne demander à la variation de pression dans l'âme provoquée par l'ouverture d'un orifice qu'un effet indirect sur la durée de combustion de la poudre d'autopropulsion. Le plus simple paraît être une ouverture variable du col de la tuyère sous l'action de la pression dans l'âme.

Par exemple, la tuyère sera établie pour une durée de combustion provoquant la dispersion à 10 m ; une surpression au départ, gonflant le col, augmentera la durée de combustion et provoquera la dispersion à 30 m ; le maintien de la tuyère à sa dimension initiale ou son gonflement n'exigent que des variations de pression dans l'âme très faibles, n'ayant pas d'effet sensible sur le rendement.

Enfin, il est possible de tronquer seulement la pointe de la courbe des pressions telle que la représente la figure 11 sans fuite permanente de gaz pendant toute la durée du trajet dans l'âme. Il suffit de disposer la soupape d'échappement, contretenue par un ressort, entre deux sièges de manière que le passage reste libre seulement pendant un très court instant, voisin du maximum de pression.

L'autopropulsion s'appliquerait aussi bien au tir à balles qu'au tir à plombs, mais elle ne bénéficie pas, dans le tir à balles, de cet avantage balistique essentiel qu'est le maintien des plombs groupés pendant toute la durée de combustion de la poudre. Les dispositifs précédemment indiqués ne sont d'ailleurs donnés qu'à titre d'exemple. Tout armurier qui s'intéresserait au problème en trouvera certainement d'autres, dont la réalisation soit à sa portée, s'il veut bien se persuader que la propulsion par fusée n'est pas réservée aux V-2 débités en série par des usines à dix mille ouvriers et cent ingénieurs.

Camille ROUGERON

On admet aujourd'hui que les noyaux atomiques contiennent deux éléments fondamentaux, les protons et les neutrons. Certains phénomènes laissent supposer que ces éléments constitutifs de la matière peuvent, dans certains noyaux, se grouper et perdre en quelque sorte leur individualité. Un de ces groupements donnerait la particule alpha (ou noyau d'hélium) qui contient deux neutrons et deux protons. Certains noyaux soumis à un bombardement de neutrons très énergiques émettent deux neutrons, ce qui laisse également supposer l'existence du *bineutron*. Une nouvelle expérience faite aux États-Unis semble confirmer ce point de vue. Pool et Kundu ont bombardé du béryllium avec des deutons (noyaux d'hydrogène lourd) de 10 millions d'électronvolts. Pendant ce bombardement, le béryllium se désintègre et émet des tritons (noyaux d'hydrogène très lourd, formés de un proton et deux neutrons). Si on utilise ces tritons pour bombarder du rhodium 103 ou du cobalt 50, on observe la formation de rhodium 105 (radioactif, période trente-cinq heures), ou de cobalt 61 (radioactif, période 1, 75 h.). Il y a donc eu expulsion du proton et absorption de deux neutrons, ou, s'il existe, d'un *bineutron*.

# COMMENT ON ÉTUDIE LA GÉOLOGIE DES SÉDIMENTS SOUS-MARINS

par V. ROMANOVSKY

Depuis une dizaine d'années, les techniques mises en œuvre pour l'étude géologique du fond des mers ont fait de grands progrès. Au début de ce siècle, l'océanographie disposait de tubes-sondeurs qui ne permettaient guère de prélever au fond des océans des « carottes » de plus d'un mètre de longueur. Pendant la guerre, les savants de l'Institut Océanographique de Göteborg, en Suède, sous la direction du professeur H. Pettersson, ont mis au point un tube sondeur d'un nouveau type qui, au cours d'une croisière en Méditerranée, par des fonds de 3 500 m, a pu ramener à la surface des carottes absolument intactes de plus de 13 m de long. Des perfectionnements techniques porteront sans doute bientôt cette longueur à plus de 20 mètres. L'étude de telles carottes sous-marines ouvre des horizons nouveaux dans le domaine de l'océanographie et de la géologie. Par l'examen des couches de cendres volcaniques, par la mesure précise de la radioactivité et la détermination de la micro-faune fossile le long des carottes, il sera possible de connaître la vitesse de sédimentation et le climat qui régnait à la surface de la mer à chaque époque du lointain passé correspondant à chaque tranche de la carotte. Par analogie, les géologues pourront déterminer l'âge exact des terrains sédimentaires et assigner ainsi aux périodes géologiques des durées beaucoup plus précises qu'on ne pouvait le faire jusqu'à présent.

Il y a quelques milliers d'années, les navigateurs utilisaient déjà le plomb de sonde, et les Egyptiens, quand ils remontaient ainsi de la vase en Méditerranée, savaient qu'ils approchaient du delta du Nil. Mais le large resta longtemps inviolé, et il y a moins de cent ans que le sondage des grands fonds fut en principe réalisé.

En enduisant le bas de leur sonde avec du suif, les marins ramenaient des quantités infimes du matériau du fond ; les océanographes voulurent ces échantillons plus copieux.

En 1870, Wyville Thomson, à bord du *Porcupine*, utilisa un ramasseur en notable progrès : à la base du plomb de sonde était disposée une coupe conique qui s'enfonçait dans le fond meuble et ramenait une quantité plus importante du sédiment, sans la souiller par le suif.

A partir de cette époque les perfectionnements furent rapides. A bord de l'*Entrecasteaux* en 1904, fut utilisé le premier ramasseur à cuillères ; il était formé de deux cuillères en bronze qui, par l'action d'un ressort, se fermaient automatiquement au moment où le ramasseur touchait le fond. A bord des navires du prince Albert de Monaco fut mis au point le sondeur Léger, encore utilisé actuellement aux faibles profondeurs quand on désire obtenir simplement un échantillon de la surface du sédiment. Ce sondeur simple et robuste est formé de deux cuillères qui se rejoignent automatiquement au moment du contact avec le fond (fig. 1).

## Les premiers tubes-sondeurs

A partir de 1854, l'ingéniosité des hydrographes et des océanographes les engagea aussi

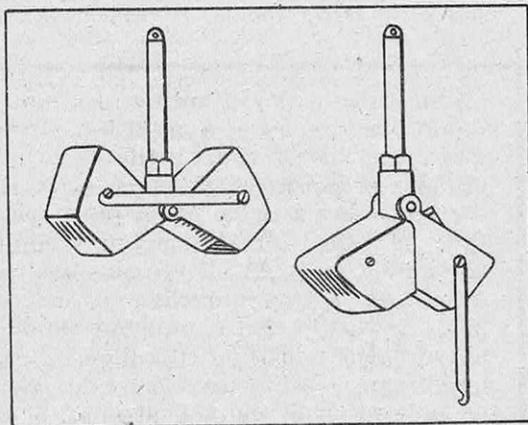


FIG. 1. — SONDEUR DE LÉGER

Le sondeur pèse une quinzaine de kilogrammes. Il est descendu à l'aide d'un petit treuil. Les cuillères sont en bronze, tandis que la barre verticale est en fonte. A l'arrivée au fond, la barre qui maintient les mâchoires ouvertes se décroche et celles-ci se referment.

dans une autre voie, vers la mise au point de tubes-sondeurs permettant de ramener des « carottes » où les sédiments stratifiés restent en place.

L'aspirant de la marine américaine Brooke « carotta » le premier, grâce à son sondeur à poids perdu, schématiquement constitué par un tube étroit entouré d'un gros poids sphérique (fig. 2) : lorsque la base du tube touche le fond, celui-ci s'enfonce un peu dans le sédiment pendant qu'un crochet libère le poids qui glisse le long du tube et demeure au fond. Il ne reste plus qu'à ramener le sondeur. Cet appareil, devenu classique, constitue le premier pas vers les engins plus perfectionnés utilisés actuellement.

Le tube-bouteille de Buchanan réunit les avantages du carottier, de la sonde et de la bouteille de prise d'eau en profondeur : une soupape emprisonne une certaine quantité d'eau du fond pendant que, dans le tube, pénètre une carotte du sédiment ; cet appareil ne fonctionne que sur des fonds très meubles et, lorsque le fond est sableux, il remonte vide.

Si le ramasseur de Buchanan ne remonte pas de sable, ce n'est point parce que celui-ci ne pénètre pas dans le tube, mais simplement parce

que ce matériau manque de cohésion suffisante pour y demeurer et retombe dès que le tube quitte le fond. Il fallut trouver un système qui ferme l'orifice inférieur du tube dès que celui-ci s'est rempli de sédiment. Ce progrès fut réalisé sur le tube-sondeur de l'Amirauté britannique qui comporte une valve-papillon obstruant l'orifice inférieur

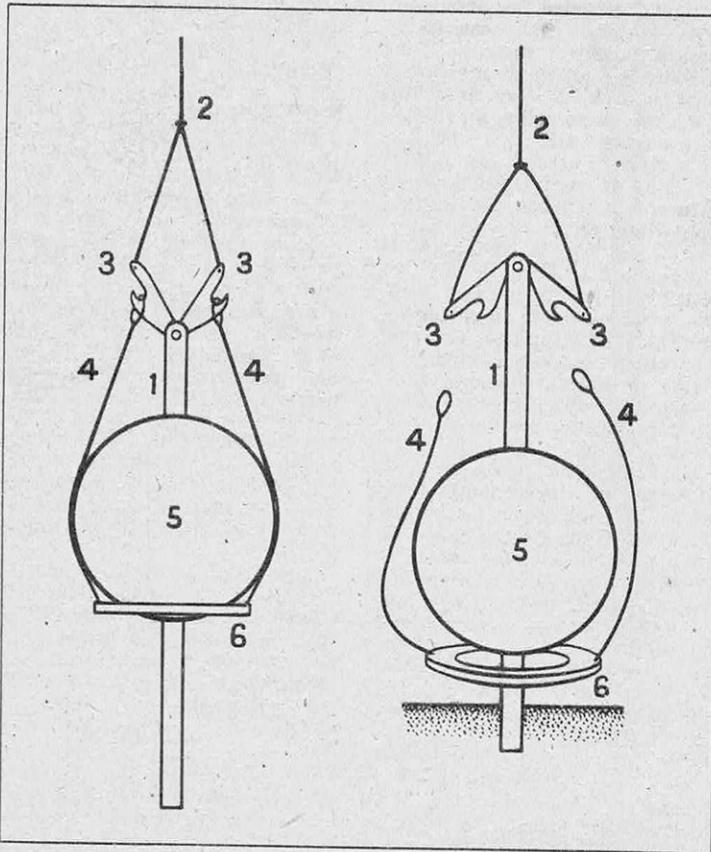


FIG. 2. — SONDEUR A PLOMB PERDU DE BROOKE

Lorsque le tube 1 s'enfonce dans le fond sous-marin, le câble 2 se trouve relâché, les pièces mobiles 3 s'abaissent, libérant les deux extrémités 4 du câble qui sert à supporter le poids sphérique 5. Celui-ci glisse sur le tube 1 et, pendant que le tube remonte, le poids 5, son support 6 et le filin restent sur le fond où ils sont perdus.

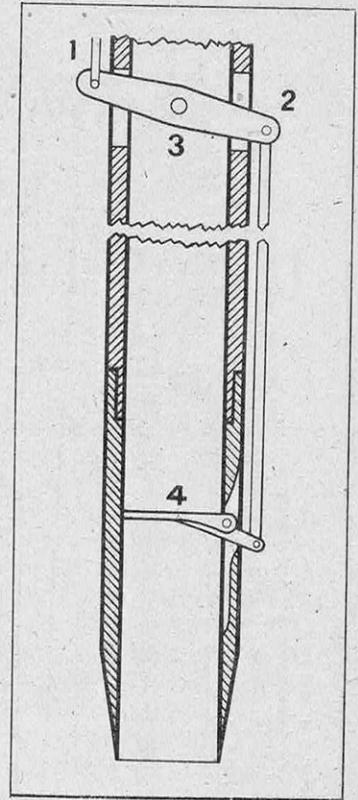


FIG. 3. — PARTIE INFÉRIEURE DU TUBE SONDEUR D'ISELIN

Lorsque le tube, après avoir pénétré dans le sédiment, commence à remonter, le câble 1 est tendu, l'extrémité 2 du levier 3 s'abaisse et le clapet 4 obture le tube. Pendant la descente, ce clapet est logé dans la paroi du tube aménagée à cet effet.

du tube dès que se fait sentir la traction du filin destinée à le remonter. Un perfectionnement semblable fut réalisé sur le tube-sondeur d'Iselin (Woods Hole Oceanographic Institution) (fig. 3). Le tube se ferme également après la prise de la carotte ; quand il est remonté à bord, l'ouverture du tube se fait le long de la génératrice, ce qui permet de recueillir les matériaux dans la place qu'ils occupaient au fond de l'océan.

Ekman, qui dota l'océanographie d'une bouteille de prise d'eau et d'un mesureur de courant, fabriqua un tube-sondeur d'un modèle plus grand et plus perfectionné que celui de Buchanan (fig. 4). Il comporte un certain nombre de poids en plomb qui sont libérés et restent au fond, car l'arrachement du tube exige un effort assez considérable et il est nécessaire

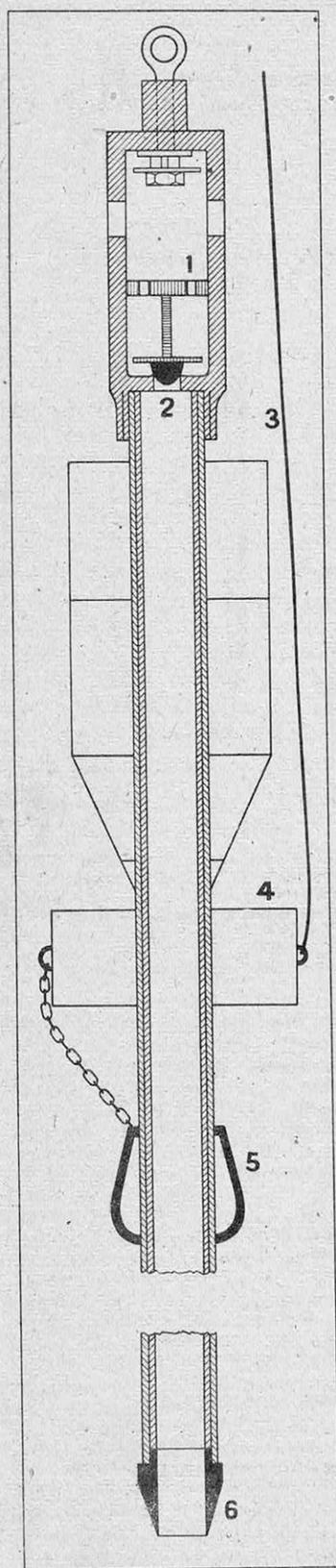


FIG. 4. — TUBE SONDEUR D'EKMAN

de l'alléger au maximum. Avec ce type d'appareil, on a pu obtenir à bord du *Meteor* des carottes de l'ordre du mètre.

L'expédition hollandaise du *Willebrord Snellius* utilisa un tube-sondeur de 4 m de long, pesant 60 kg, qui permit la remontée des carottes de 2 m de long.

A partir de 1935, les progrès, en matière de tubes-sondeurs furent rapides.

En 1935, C.-S. Piggot, de l'Institut Carnegie de Washington, conçut et mit au point un tube canon permettant de découper des carottes dans les fonds rocheux. C'était la première fois que les océanographes osaient s'attaquer aux roches formant certains fonds océaniques : s'il est relativement facile d'enfoncer un tube dans un sédiment meuble, sable ou vase, il est fort ardu de découper une carotte dans la pierre. C.-S. Piggot arriva pourtant à résoudre ce problème. Son appareil est essentiellement constitué par un tube d'acier de 5 cm de diamètre formant canon, à l'intérieur duquel un autre tube, en laiton, forme projectile ; ce dernier, en arrivant au fond, est enfoncé dans la roche par l'explosion de la charge de poudre contenue dans le canon ; il ne reste plus qu'à remonter le tube en laiton que l'on remplace par un autre, à recharger le canon, et l'appareil est prêt pour une nouvelle descente. A l'aide de son tube-canon, C.-S. Piggot a pu obtenir, par 4 800 m de profondeur, des carottes de 3 m de long.

En France, l'appareil de C.-S. Piggot a été légèrement modifié et un prototype construit. Alors que dans le tube-canon de Piggot, la mise à feu est faite électriquement à bord et qu'aucun dispositif de sécurité n'empêche le départ du coup, lorsque le canon est à bord ou suspendu le long du flanc du navire, dans le modèle français, au contraire, la mise à feu ne peut

se faire que lorsque le tube-canon est immergé. D'autres perfectionnements ont été apportés à l'appareil américain. Malheureusement, faute de crédits, l'appareil français est resté à l'état de prototype (fig. 5).

### Les tubes-sondeurs modernes

Les océanographes et les géologues n'étaient cependant pas entièrement satisfaits par ces résultats qui laissent pourtant loin en arrière les premières réalisations. Ils voulaient extraire du fond des océans des carottes de plusieurs dizaines de mètres de long.

C'est à cette tâche que se consacra l'équipe de l'Institut Océanographique de Göteborg, sous la direction du professeur Hans Pettersson.

Les recherches furent longues et durèrent pendant toute la guerre. Elles aboutirent pourtant, en 1946, à la mise au point définitive d'un tube-sondeur dû au Dr B. Kullenberg, utilisant la pression hydrostatique du fond de la mer. Cette idée avait été préconisée, pour la première fois, par J. Joly en 1914, puis reprise par F.-M. Varney et L.-E. Redwine, en 1937 ; mais les résultats à cette époque ne furent guère concluants. En 1933, H. Pettersson proposa d'utiliser la différence de pression entre la pression atmosphérique et celle régnant au fond de la mer, le tube étant descendu rempli d'air : un déclenchement faisait pénétrer le sédiment dans le tube, derrière un piston ; mais la différence de pression était trop considérable, la carotte de sédiment pénétrait trop rapidement et perdait sa stratification ; l'idée dut être abandonnée.

Le principe utilisé par le Dr B. Kullenberg, dans son *piston core sampler*, diffère de tout ce qui a été proposé ou expérimenté jusqu'ici, est clairement explicité sur le schéma de principe de la figure 9.

Pendant la descente dans l'eau et la pénétration dans le sédiment du fond, le clapet 1 est soulevé et laisse librement passer l'eau à travers la lumière 2. Lorsque s'amorce la remontée, le clapet retombe sur son siège et bouche la lumière. Au même moment le câble 3 est relâché, le poids 4 glisse le long du tube, entraînant les deux valves à cuillères 5. Arrivées à l'extrémité du tube, ces valves à cuillères sont arrêtées par les ergots de l'embout 6 pendant que les cuillères se ferment au-dessous de l'orifice inférieure du tube, empêchant ainsi le sédiment de retomber pendant la remontée. Le tube sondeur de Buchanan ressemble à celui d'Ekman, mais il est moins long et ne possède pas de valves à cuillères ; à sa partie supérieure, le tube s'élargit et sert de bouteille de prise d'eau.

Lorsque, par son poids, le carottier pénètre dans le sédiment, il se produit au-dessus de la surface du sédiment, entre celui-ci et le piston, une dépression qui force le sédiment à pénétrer dans le tube quand le piston reste immobilisé par rapport au fond sous-marin. Cet appareil, représenté par le schéma de la figure 6 et les photographies des figures 7 et 8, comporte un tube d'acier (1) de 52 mm de diamètre, 14 mm d'épaisseur, 20 m de longueur, chargé de lourds poids (2) dont la valeur est choisie en fonction de la longueur du tube, de la profondeur et de la consistance du sédiment. Ce tube est accroché, au moyen du mécanisme (3), à un anneau (4) fixé au câble qui aboutit, à bord du bâtiment, au treuil. Le mécanisme d'accrochage comporte un levier (5), dont un bras, quinze fois plus long que celui qui supporte le tube, supporte deux masses (6) dont le poids total égale le quinzième de celui du tube et qui se trouvent à un mètre au-dessous de l'extrémité inférieure de celui-ci. Dès que ces contrepois touchent la surface du sédiment, ils commandent le décrochement du tube qui tombe verticalement à grande vitesse ; la diminution de la tension du câble est détectée, à bord du bâtiment, par un dynamomètre, et le treuil stoppe immédiatement, retenant ainsi le piston (7), qui, solidaire de l'anneau (4), se trouve ainsi bloqué juste au-dessus du fond pendant que le tube continue à s'enfoncer dans le sédiment, que la dépression oblige à entrer dans le tube. La bague à oreilles (8) permet le glissement des contrepois le long du tube et supporte le tube à la remontée. A la partie inférieure du tube, juste au-dessus de l'embout (9) en acier dur, se trouve un clapet qui, se déclenchant au début de la remontée, empêche la carotte de glisser hors du tube, même si le sédiment est très fluide.

### L'étude des « carottes » sous-marines

Le tube-sondeur du Dr Kulenberg fut expérimenté, pour la première fois, au cours de l'été 1946, pendant la campagne du bâtiment océanographique *Skagerak*, en Méditerranée. L'équipe du professeur H. Pettersson effectua toute une série de sondages dans la mer Tyrhénienne et au large des côtes

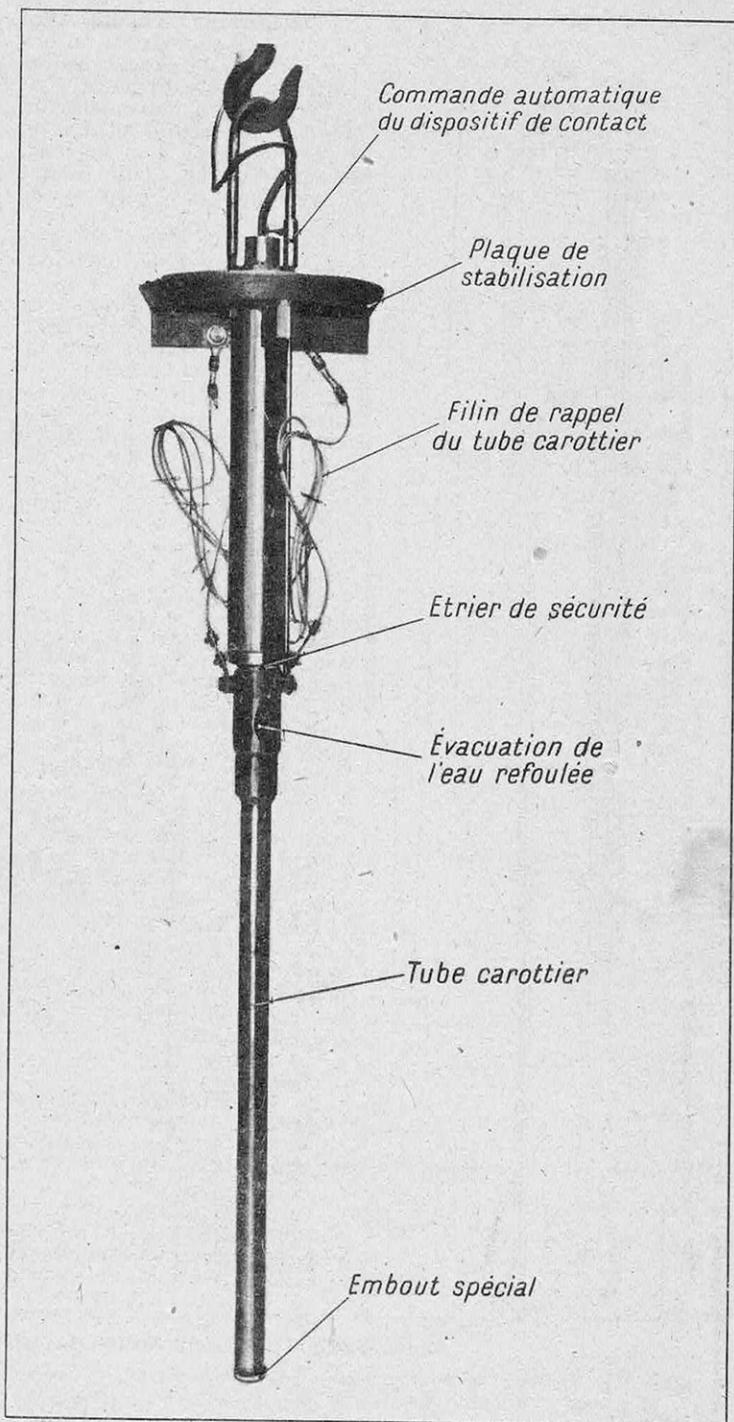


FIG. 5. — TUBE-CANON DE PIGGOT-SCHLUMBERGER

Ce tube se compose d'un corps comprenant un bloc de stabilisation qui absorbe le recul ; dans ce corps, est logée une chambre à poudre et un obus qui porte, à son extrémité, le tube-carottier ; au-dessus, se trouve un dispositif de contact qui permet de réaliser automatiquement l'allumage de la poudre, lorsque le tube-canon arrive au contact du fond sous-marin. Un étrier de sécurité est prévu et n'est enlevé qu'au moment de l'immersion ; de plus, la pile qui fournit l'énergie électrique ne se met en place, à quelques mètres au-dessus de l'appareil, que lorsque celui-ci est déjà immergé.

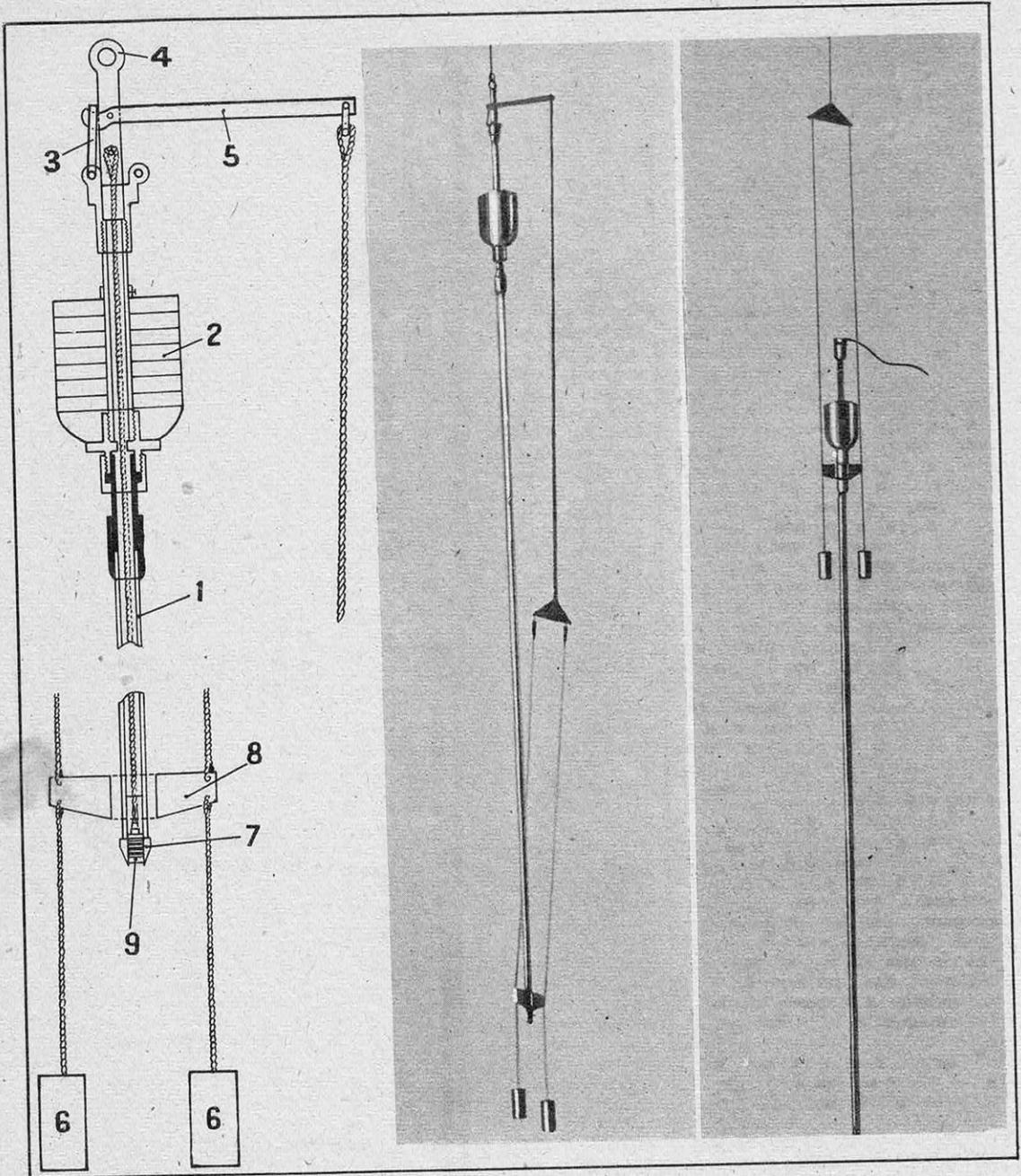


FIG. 6, 7 ET 8. — LE TUBE SONDEUR DE B. KULLENBERG

L'appareil est représenté schématiquement à gauche ; les photographies le montrent pendant la descente (au milieu) et à la remontée (à droite). (Voir dans le texte l'explication des notations portées sur le schéma).

de l'Afrique du Nord. Par des fonds dépassant souvent 3 500 m, les Suédois purent obtenir des carottes de 10 à 13 m de long.

Dans la mer Tyrrhénienne, non loin du Vésuve, l'examen des carottes sous-marines a permis de dater, par rapport aux éruptions du volcan, les dépôts de cendres volcaniques qui découpaient, en strates horizontales sombres, les carottes ramenées du fond de la mer. On a pu retrouver

ainsi les cendres de l'éruption qui provoqua la destruction de Pompéi et d'Herculanum en 79 après J.-C. La détermination de l'âge des cendres volcaniques permet ainsi de connaître la vitesse de la sédimentation séculaire. Pourtant il faut noter que cette vitesse varie d'un océan à l'autre et même d'un point à un autre d'un même océan.

Cette méthode, fondée sur l'interprétation des

strates horizontales de cendres volcaniques des longues carottes sous-marines, ouvre des horizons nouveaux pour l'identification des couches géologiques sous-marines en partant de repères connus, tels qu'éruptions volcaniques ou périodes glaciaires.

Les résultats obtenus dans l'analyse des carottes sous-marines n'intéressent pas seulement les savants qui s'occupent de topographie et de géologie sous-marines. Ils sont susceptibles de fournir la solution de très vastes problèmes dans le domaine de la géologie (stratigraphie). La plupart des roches sédimentaires que l'on rencontre à la surface de notre planète ont été formées, au cours des temps géologiques, au fond des océans ; consolidées après le retrait des eaux, elles constituent actuellement de puissantes couches sédimentaires (principalement calcaires) dont l'épaisseur peut atteindre plusieurs milliers de mètres. La faune fossile que l'on rencontre dans ces couches permet de déterminer le climat qui

régnait à la surface de l'océan au moment où elles se trouvaient encore au fond de la mer sous forme de sédiment meuble. Mais, jusqu'ici, rien ne permettait d'affirmer depuis combien d'années elles s'étaient déposées.

Les travaux du professeur H. Pettersson et de son équipe, en faisant connaître la vitesse de la sédimentation en divers points du globe, en fonction de la profondeur et du climat, permettront de résoudre ce problème.

La croisière du *Skagerak* n'était qu'une expédition préliminaire destinée à essayer le nouveau modèle de tube-sondeur, à entraîner le personnel et à améliorer certains points de détail et certaines techniques opératoires.

La grande expédition de circumnavigation débuta le 4 juillet 1947, par le départ de Göteborg du grand bâtiment océanographique

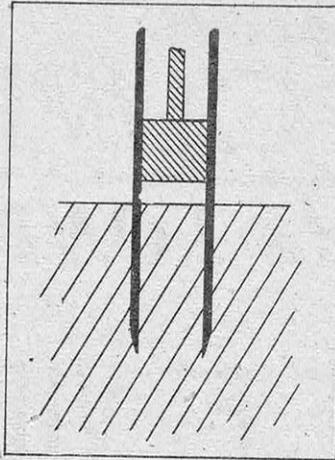


FIG. 9. — PRINCIPE DU TUBE CAROTTIER A DÉPRESSION

*Le piston est immobilisé à une certaine hauteur au-dessus de la surface du fond sous-marin, tandis que l'extrémité du tube s'enfonce dans le sédiment. Ainsi, le piston reste immobile et c'est le tube qui glisse le long du piston et s'enfonce dans le fond meuble de la mer.*

pour les parties inférieures de cette carotte. L'étude de la faune et de la flore, et leur répartition le long de la carotte permettront de déterminer le climat qui régnait à la surface de l'océan et de retrouver les deux importantes périodes glaciaires qui ont refroidi le climat de l'hémisphère boréal au cours du quaternaire.

Le professeur H. Pettersson compte regagner la Suède dans le courant de l'automne 1948 et se consacrer alors à l'étude de la radioactivité des sédiments en utilisant une méthode et des techniques mises au point dans son laboratoire. Il espère parvenir à déterminer l'âge des sédiments et, par là, la vitesse exacte de sédimentation, en mesurant la radioactivité le long de la carotte.

V. ROMANOVSKY

*Albatross*. Emmenant toute l'équipe de savants de l'Institut Océanographique de Göteborg, ce bâtiment doit faire des sondages sous-marins dans l'Atlantique et le Pacifique en suivant sensiblement l'équateur. Après avoir traversé l'Atlantique et la mer des Caraïbes entre Madère et le canal de Panama, l'expédition a pénétré dans le Pacifique où elle travaille actuellement.

Les océanographes arrivent à faire, en moyenne, un sondage par jour. Ainsi, c'est plus de trois cents carottes que les savants de Göteborg auront à étudier au retour de la mission.

Des sondages par plus de 5 000 m de fond ont déjà été effectués avec plein succès permettant de ramener des carottes de 10 à 15 m de long.

Si on considère que, dans l'Atlantique, l'épaisseur des sédiments sous-marins s'accroît, selon toute vraisemblance, en moyenne de 8 mm par siècle, une carotte de 15 m représente la sédimentation de 2 millions d'années, ce qui nous reporte avant la fin de l'ère tertiaire

Lors de la conférence annuelle des dentistes américains diplômés de l'Université de Californie, à Berkeley, le Dr Harland Apfel a rendu compte des expériences qu'il a tentées sur la transplantation des dents. Extrayant des dents de sagesse incluses, c'est-à-dire qui ne sont pas encore sorties des gencives, de leur position normale dans la mâchoire, il les a placées dans la brèche causée par la perte de molaires régulières, où elles se sont développées. Six patients seraient ainsi dotés de solides dents nouvelles ; chez vingt-cinq autres, les dents transplantées seraient à différents stades d'évolution. On ne peut utiliser pour cette opération que des dents de sagesse non encore apparues et en voie d'évolution. Bien que ces dents ne sortent que fort longtemps après les autres, entre vingt et trente ans en général, leurs premiers rudiments apparaissent presque aussitôt que ceux des dents de lait. Les premières transplantations couronnées de succès ont été limitées à des patients âgés de douze à dix-neuf ans. On n'a encore aucun espoir de faire pousser de nouvelles dents aux adultes ou aux vieillards.

*à l'occasion*  
**des JEUX OLYMPIQUES**  
*de LONDRES*

**SCIENCE ET VIE** publiera  
un important numéro **HORS SERIE**

# **LES SPORTS**

- ★ Histoire du sport :  
D'Olympie à Londres
- ★ Le muscle et la physiologie  
de l'effort : chimie de la contraction musculaire, ventilation pulmonaire et circulation sanguine dans l'effort physique
- ★ L'éducation physique et  
ses méthodes
- ★ Chronométrage  
sportif
- ★ Mise en forme des athlètes  
pour les épreuves sportives,  
courses de vitesse et de  
fond, sauts en longueur et  
en hauteur, lancements, etc.
- ★ La valeur éducative du  
sport

**DICTIONNAIRE COMPLET DES SPORTS**  
Records - Performances - Techniques

plus de 190 pages

Retenez aujourd'hui ce numéro à tirage limité, qui vous sera adressé franco dès sa parution contre la somme de 120 francs (100 francs si vous êtes abonné). Indiquez le numéro de votre abonnement sur le talon du chèque postal C. C. P. 1258-63 Paris.

# LES SECRETS DE LA VISION DES COULEURS

par Ernest BAUMGARDT

*Parmi les problèmes étudiés en physiologie des sensations, l'un des plus délicats est sans doute celui qui concerne la sensibilité de l'œil et la vision des couleurs. De nombreux savants physiiciens, chimistes et biologistes se sont attachés à cette recherche. Maxwell a démontré que trois radiations convenablement choisies permettent d'engendrer par leurs combinaisons toutes les couleurs perceptibles, ce qui vient à l'appui de la théorie de la vision trichromatique des couleurs, émise auparavant par Young et qui reste la plus généralement admise par les physiologistes. Mais de nombreux problèmes restent en suspens et les recherches sont demeurées jusqu'ici peu concluantes dans leur ensemble. Dans ces études, de nombreuses méthodes sont employées : analyse des constituants chimiques des cellules photosensibles, expérimentation subjective sur l'homme, mesures électrophysiologiques des réactions des fibres nerveuses sur les animaux, calculs statistiques faisant intervenir la nature quantique de la lumière. Ces méthodes ont permis de faire quelques pas vers la connaissance plus précise de ces phénomènes, mais sans atteindre encore à la connaissance parfaite de leur mécanisme, seule capable de satisfaire les physiologistes.*

## La sensibilité spectrale de l'œil

**L**ES personnes douées d'une vision normale perçoivent toutes les radiations lumineuses allant du rouge au violet. Exprimons ces qualités subjectives — car la couleur n'est rien d'autre que la sensation provoquée par l'absorption, dans notre rétine, d'une vibration ou d'un mélange de vibrations électromagnétiques de fréquences déterminées — par des qualités objectives : nous constatons qu'aux intensités moyennes l'œil perçoit toute radiation lumineuse dont la longueur d'onde est comprise entre 750 et 400 millimicrons. Mais ces limites n'ont rien de rigide ; en augmentant les intensités stimulantes, on peut notablement élargir la bande des radiations visibles : les limites extrêmes atteintes paraissent être 950 et 320 millimicrons.

L'efficacité physiologique des radiations lumineuses est donc plus grande au milieu du spectre visible qu'elle ne l'est à ses bords. Les deux courbes de la figure 1 représentent les variations de la sensibilité de l'œil en fonction de la longueur d'onde de la radiation stimulante pour deux valeurs de l'énergie des radiations. La courbe de droite correspond à la vision de jour, celle de gauche à la vision de nuit.

Du point de vue subjectif, ces deux courbes ne sont pas tout à fait comparables entre elles : pour des énergies fortes, c'est-à-dire de jour, à toute radiation correspond une sensation, plus ou moins intense, de couleur, donc une qualité. Ce n'est pas le cas aux faibles énergies, c'est-à-dire en vision nocturne ; la sensation varie bien en intensité avec la longueur d'onde de la lumière stimulante, mais pas en qualité ; l'œil ignore alors les couleurs : la vision nocturne est *achromatique*.

La courbe de sensibilité diurne est légèrement

dissymétrique et son maximum est situé aux environs de 560 millimicrons. Une lumière monochromatique de cette longueur d'onde nous paraît d'un jaune verdâtre ; or c'est précisément cette radiation qui constitue le « centre de gravité » du rayonnement solaire qui nous parvient à travers l'atmosphère (fig. 2) et qui nous donne la sensation d'une lumière blanche, neutre. Le spectre solaire n'est pas un spectre d'égale énergie pour toutes les radiations : un tel spectre nous apparaît bleuâtre.

Le maximum de la courbe de visibilité nocturne se trouve à 507 millimicrons. Cette radiation correspond à un bleu verdâtre identique à celui que diffusent les grandes profondeurs des lacs et des mers. Dans ces profondeurs, l'éclairage provenant de la lumière du jour est très faible, et ce sont les radiations bleu-vert qui pénètrent le plus loin, grâce aux propriétés physiques de l'eau. Puisque l'on admet que toute la vie terrestre est issue des océans, il paraît logique d'expliquer comme un atavisme le fait que le mécanisme de notre vision nocturne — vision en lumière de très faible intensité — répond le mieux à la radiation vert bleu.

## Vision chromatique et vision achromatique

Les visions nocturne et diurne ayant des caractéristiques nettement différentes, il était nécessaire de les rattacher à un mécanisme physiologique. On pensait avoir résolu la question en prouvant que les cellules réceptrices logées dans la rétine humaine sont de deux types différents : les unes minces, de forme plutôt cylindrique, appelées *bâtonnets* ; les autres, plus grosses, sauf dans une très petite aire du centre de la rétine, rappelant un peu une bouteille par leur forme, appelées *cônes*. La figure 3 montre des types de

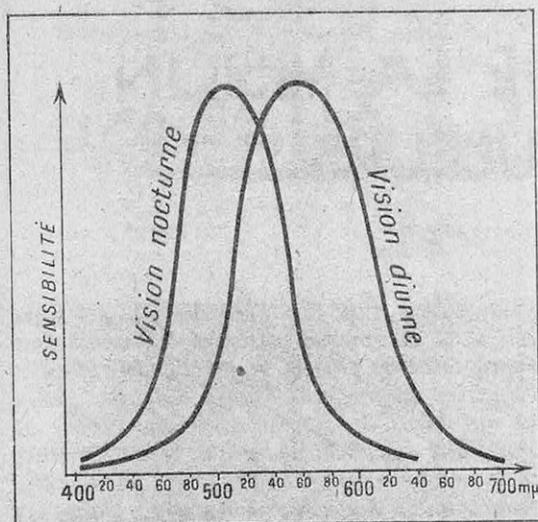


FIG. 1. — LES COURBES DE SENSIBILITÉ DE L'ŒIL EN VISION DIURNE (FORTES INTENSITÉS) ET EN VISION NOCTURNE (FAIBLES INTENSITÉS)

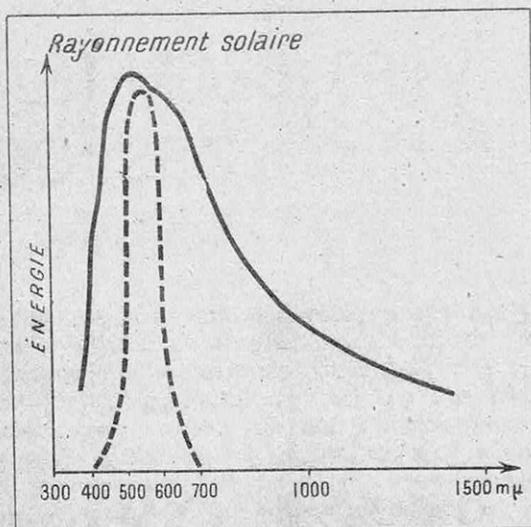


FIG. 2. — LA RÉPARTITION DE L'ÉNERGIE ENTRE LES RADIATIONS DU SPECTRE SOLAIRE

La courbe de sensibilité en vision diurne, tracée en pointillé, a son maximum au « centre de gravité » du spectre énergétique solaire, tracé un trait plein.

bâtonnets et de cônes. Sur une faible étendue centrale de la rétine, appelée *fosse fovéale*, on ne trouve que les seuls cônes, qui sont particulièrement minces dans un bouquet central ; à partir des bords de la fovea, des bâtonnets apparaissent, mélangés de façon désordonnée aux cônes : plus on avance vers la périphérie de la rétine, plus les bâtonnets prédominent. Des recherches méthodiques ayant démontré que la vision des couleurs présente sa plus grande finesse et son plus grand pouvoir de discrimination en vision centrale, il devait paraître comme établi que les cônes assurent l'analyse spectrale de la lumière.

Ce dualisme de la fonction visuelle est bien souligné par ce qu'on appelle l'*intervalle photochromatique*. En effet, en observant sous un angle visuel de quelques degrés — donc en vision périphérique — une plage suffisamment peu éclairée en lumière monochromatique, disons verte, l'expérience ayant lieu dans une pièce soigneusement obscurcie, cette plage paraît dépourvue de qualité chromatique. Lorsque l'intensité de la source lumineuse augmente, on atteint un niveau de brillance tel que l'œil perçoit la qualité de la lumière, et la plage apparaît alors verte. C'est la différence entre la brillance minimum, qui nous permet tout juste de distinguer la plage de son entourage obscur, et la brillance à partir de laquelle apparaît la sensation colorée qu'on appelle *intervalle photochromatique*. L'interprétation de cette expérience ne paraissait guère douteuse : les bâtonnets étant particulièrement sensibles à la lumière, ils provoquent une sensation de vision achromatique, longtemps avant que les cônes, beaucoup moins sensibles, puissent entrer en action pour nous renseigner sur la qualité de la lumière perçue (1).

(1) Le seuil d'intensité en vision fovéale est plusieurs centaines de fois plus élevé qu'en vision périphérique, ce qui explique que, dans une presque obscurité, on distingue mieux les objets vers lesquels on ne dirige pas le regard et dont l'image se forme en

Pourtant, grâce à des études étendues portant sur les espèces animales les plus diverses, M<sup>lle</sup> M. L. Verrier a pu prouver qu'il existe nombre de formes intermédiaires entre les bâtonnets et les cônes. Dès lors, on comprend mal pourquoi les uns seraient des centaines de fois plus sensibles que les autres, et pourquoi les uns serviraient le mécanisme de la vision chromatique, tandis que les autres ne pourraient déterminer qu'une sensation purement achromatique. Nous verrons d'ailleurs plus loin que cette objection n'est pas la seule qu'on puisse élever contre les conceptions courantes en cette matière.

### La théorie trichromatique de la vision des couleurs

Nous ne citerons pas dans le détail les innombrables théories de la vision chromatique présentées depuis environ cent cinquante ans. On est aujourd'hui convaincu que seule une théorie du type de la théorie trichromatique (Young, Helmholtz) peut être prise en considération, ce qui ne veut pas dire qu'une telle théorie ne puisse, éventuellement, admettre l'existence de quatre, cinq, ou plusieurs couleurs fondamentales. Mais la plupart des chercheurs tiennent toujours à la théorie trichromatique et orientent leurs recherches dans ce sens.

Les peintres ont constaté depuis longtemps qu'avec quelques couleurs fondamentales bien choisies on peut engendrer un grand nombre de nuances. Léonard de Vinci émit l'hypothèse qu'il existe quatre fondamentales ; plus tard, Newton en admit sept, par analogie avec le

dehors de la fovea. Ce fait a trouvé une explication fondée sur la disposition de connexions nerveuses entre les cellules sensibles et la nature corpusculaire de la lumière. C'est un problème qui peut être considéré aujourd'hui comme complètement résolu (Voir « Les lois du hasard et les problèmes de la vision », *Science et Vie*, n° 360, septembre 1947).

nombre des notes de la gamme. Depuis, les physiologistes ont toujours penché vers le nombre trois, et Young, en s'inspirant de ces idées, émit l'hypothèse (1801) qu'il devait exister dans la rétine trois types de fibres nerveuses dont chacun correspondrait à l'une des trois couleurs fondamentales. Cette hypothèse, émise sans base expérimentale, constituait pourtant un grand pas en avant. En effet, il faut considérer comme tout à fait invraisemblable la possibilité que chaque point de la rétine possède une multitude de systèmes nerveux différents, répondant individuellement aux diverses radiations du spectre visible.

### Le daltonisme

A l'aide de son hypothèse, Young réussit à donner une explication acceptable d'une anomalie qu'avait observée sur lui-même le chimiste Dalton, anomalie qu'aujourd'hui on appelle « daltonisme ». Dalton ne pouvait distinguer le rouge du vert. C'est là une anomalie assez répandue, très intéressante également du point de vue génétique, car l'étude de son hérédité a permis de préciser certains détails concernant les chromosomes et les gènes portés par ceux-ci (1). De nos jours, des tests spéciaux éliminent les daltoniens des emplois où ils ne sauraient suffire à leur tâche (2); citons les conducteurs de trains, du métro, certain personnel navigant, les pilotes d'avion, etc. Toutefois, cette anomalie n'est pas la seule de son genre; on en connaît quatre en tout. La figure 4 montre le spectre normal et les spectres perçus par les quatre types de daltoniens.

La plus répandue de ces anomalies est la *deutéranopie*. Les deutéranopes voient bien sur toute l'échelle du spectre visible, mais, en vision chromatique, leur sensibilité est inférieure à celle des normaux. Dans le vert bleu ils ont un point gris neutre, c'est-à-dire que leur vision y

(1) Sur l'hérédité du daltonisme, voir *Science et Vie*, n° 264 (juin 1939), page 472.

(2) Sur les tests révélateurs du daltonisme, voir *Science et Vie*, n° 241 (juillet 1937), page 8.

est achromatique. Ils ne peuvent différencier les couleurs allant du rouge extrême au vert bleu, et un spectre d'égale énergie se présente à eux comme une bande de même couleur, séparée d'une bande bleu violet par le point gris neutre. Quelle est cette couleur, s'étendant uniformément d'un bord de leur spectre jusqu'au point gris neutre? Il est évident que, pour répondre à cette question, il faudrait s'adresser à un individu doué d'une vision normale avec un œil, mais deutéranope quant à l'autre, car seule une telle personne disposerait d'un moyen de comparaison. Dans la bande uniforme, le maximum de sensibilité se situe à 570 m $\mu$ , c'est-à-dire que la courbe de visibilité est légèrement déplacée vers le rouge. Ce cas correspondrait à l'absence ou au défaut de fonctionnement des récepteurs du vert. En effet, les récepteurs du rouge étant sensibles dans le vert, quoique peut-être avec une moindre efficacité, ce schéma classique peut facilement expliquer un tel cas extrême par l'absence totale de la fonction de réception du vert.

Les *protéranopes* constituent un groupe assez nombreux, moins pourtant que les deutéranopes. Eux aussi observent dans le spectre un point gris neutre se trouvant dans le bleu-vert. Leur spectre est raccourci du côté du rouge qui ne leur donne aucune sensation lumineuse; ce n'est que dans l'orangé qu'ils commencent à voir et, à partir de là, leur vision est comparable à celle des deutéranopes, à cette exception près que leur sensibilité maximum est déplacée aux environs de 540 m $\mu$ , c'est-à-dire vers le bleu.

La *tritanopie* constitue une anomalie très rare, mais observée assez souvent pour qu'on ne puisse nier son existence. Les tritanopes ne sont pas sensibles dans la partie bleu-violet du spectre, mais il est très rare de rencontrer des individus chez lesquels cette anomalie présente un caractère absolu. En général, le spectre paraît seulement raccourci dans le violet. Beaucoup de chercheurs et d'ophtalmologistes prétendent qu'il ne s'agit pas d'une anomalie, mais seulement d'une affection. On sait bien, en effet, que cer-

taines maladies provoquent un jaunissement des milieux du globe oculaire; dans un tel cas, le spectre visible doit nécessairement se raccourcir du côté du violet, la coloration jaune agissant comme filtre pour les radiations de courte longueur d'onde.

La quatrième anomalie daltonienne, la *tétartanopie*, est extrêmement rare, et très nombreux sont les spécialistes qui nient son existence. Le tétartanope voit dans tout le spectre visible, mais il observe deux points neutres, situés aux environs de 470 et 580 m $\mu$ . Entre ces deux longueurs d'onde, le spectre lui paraît vert, et, du côté des longues aussi bien que du côté des courtes longueurs d'onde, il voit du rouge. L'explication de cette anomalie soulève les plus grandes difficultés dans les diverses théories trichroma-

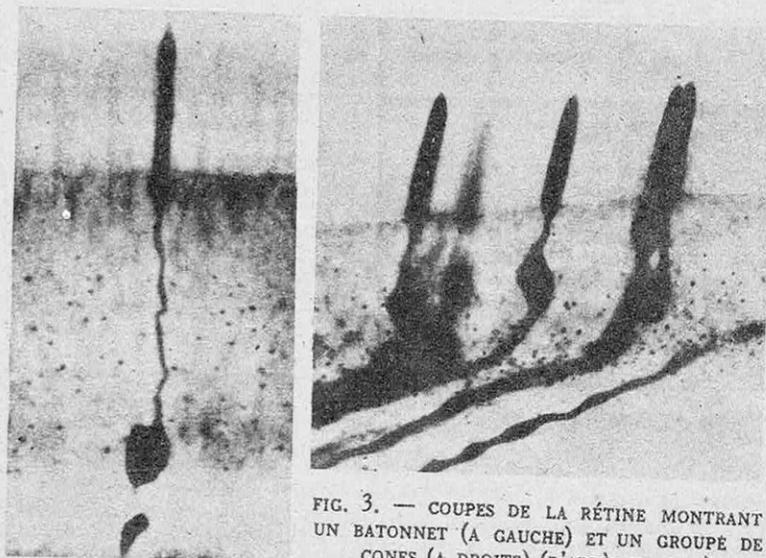


FIG. 3. — COUPES DE LA RÉTINE MONTRANT UN BATONNET (A GAUCHE) ET UN GROUPE DE CÔNES (A DROITE) (D'APRÈS POLYAK)

tiques. On observe d'ailleurs beaucoup plus souvent des anomalies partielles que des cas extrêmes, et leur explication oblige les différentes théories à émettre des hypothèses supplémentaires concernant le branchement nerveux des récepteurs. Ces hypothèses étant entièrement arbitraires, on ne peut nier que ces théories souffrent encore d'une faiblesse certaine.

**Le clavier des sensations chromatiques**

Maxwell a montré expérimentalement que trois radiations convenablement combinées permettent d'engendrer toutes les couleurs perceptibles, tandis qu'avec deux seulement on peut produire toutes les nuances perçues par les daltoniens.

A Maxwell on doit également le mode de représentation graphique que constitue le triangle des couleurs (fig. 5). On sait que, pour tout point situé à l'intérieur d'un triangle équilatéral, la somme des distances aux trois côtés est constante et égale à la hauteur du triangle. Chaque point représente une impression chromatique complexe, et les apports relatifs des trois couleurs fondamentales sont représentées par les distances aux côtés. Les sommets du triangle correspondent aux couleurs fondamentales pures et le centre de gravité au blanc. Plus on s'approche de ce dernier, et plus la « saturation » de la couleur est faible, phénomène analogue à l'effet obtenu par un peintre qui, avec du blanc, atténue une teinte trop vive.

Les nuances perçues par un daltonien qui manquerait totalement du type de cellules déterminant la perception de l'une des trois couleurs fondamentales sont réparties sur un seul côté du triangle; c'est le point du milieu de ce côté qui correspondrait alors à la vision du blanc, car il traduit l'égalité d'excitation par les deux seules couleurs fondamentales perçues.

Pour l'œil normal, les couleurs complémentaires seront représentées par des points placés de

telle manière que la droite qui les joint passe par le centre de gravité; leur superposition donnera du blanc (annulation chromatique totale) lorsque les intensités efficaces seront dans le rapport inverse des distances des points au centre.

La courbe tracée sur la figure 5 montre la répartition des radiations spectrales pures dont la longueur d'onde est indiquée en millimicrons. On voit que les couleurs spectrales dont les longueurs d'onde vont de 497 à 571 m $\mu$  ne possèdent pas de complémentaires monochromatiques.

Cette représentation, d'un grand intérêt pratique en colorimétrie, souffre pourtant d'une faiblesse théorique certaine. Il serait trop difficile d'exposer ici de quelle manière on établit les valeurs des taux d'excitation des trois fondamentales; mais qu'il suffise de dire qu'une certaine incertitude continue à régner à ce sujet, de nombreux chercheurs ayant trouvé des valeurs fort différentes, ce qui ne diminue d'ailleurs nullement la portée pratique de ce procédé de représentation.

Depuis 1936, on a adopté un triangle étalon des couleurs, utilisé en colorimétrie, dont les fondamentales ont un caractère purement conventionnel (fig. 6). Son centre est défini par la lumière qui donne un spectre dont toutes les radiations apportent une énergie égale; on a fixé dans le triangle les coordonnées de la couleur du « corps noir » (enceinte complètement fermée, sauf une petite fenêtre d'observation) à différentes températures, par quoi on définit en même temps les « couleurs de température » utilisées en colorimétrie; dans ce système, chacune des lampes étalon a sa position bien déterminée.

Des recherches ont été entreprises dans le but de déterminer le nombre de nuances pouvant être distinguées par des individus normaux, des individus de grande sensibilité et des individus plus ou moins déficients. La figure 7 (à gauche) correspond à la vision chromatique d'un individu particulièrement doué pouvant distinguer un

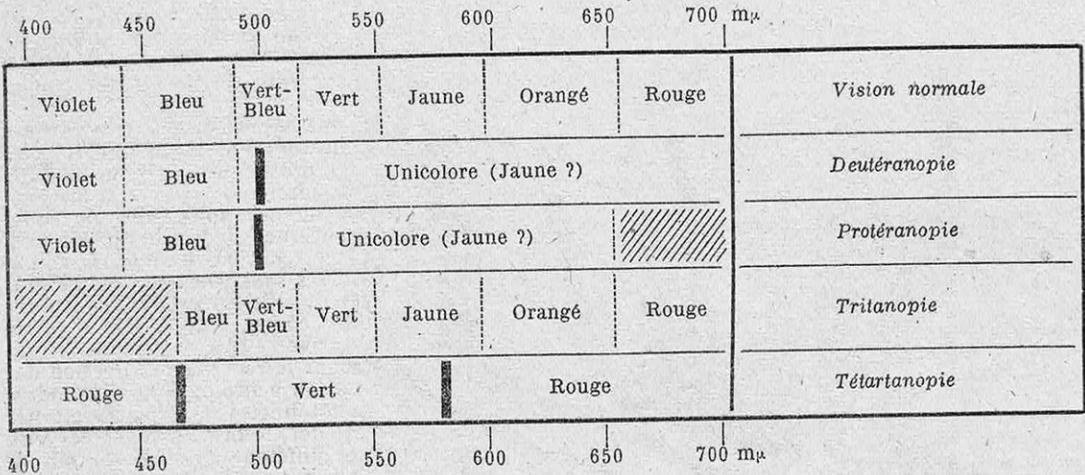


FIG. 4 - COMMENT EST VU LE SPECTRE DES RADIATIONS LUMINEUSES PAR UN SUJET A VISION NORMALE ET PAR DES SUJETS DALTONIENS DES QUATRE TYPES

Les pointillés indiquent les limites approximatives des couleurs spectrales; les traits épais, les points neutres (achromatiques) apparaissant dans le spectre de trois types de daltoniens; les cases hachurées correspondent à des bandes de radiations invisibles pour le type de daltonien considéré.

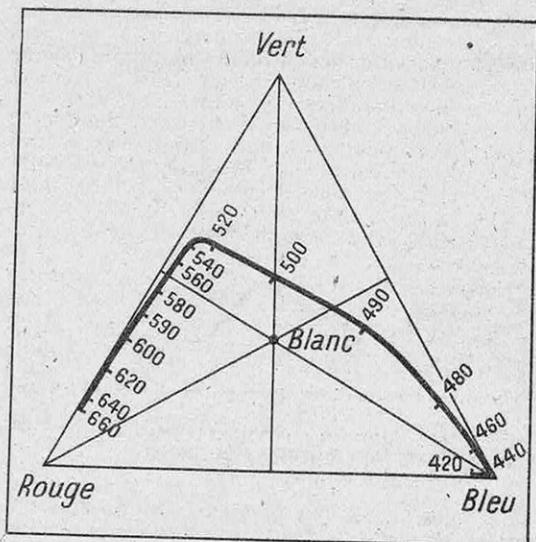


FIG. 5. — LE TRIANGLE DES COULEURS DE MAXWELL

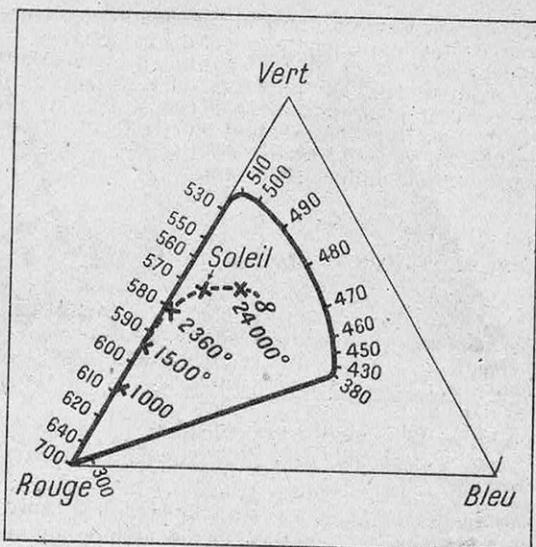


FIG. 6. — TRIANGLE ÉTALON DES COULEURS UTILISÉ EN COLORIMÉTRIE

Le trait plein indique les radiations spectrales pures; celui en pointillé, le rayonnement du corps noir à différentes températures.

nombre de nuances de l'ordre de mille. La figure 7 (au centre) traduit la sensibilité d'un individu normal disposant d'un clavier d'une centaine de nuances. La figure 7 (à droite) montre le graphique correspondant à un sujet particulièrement déficient, ne distinguant qu'une dizaine de nuances.

### La chimie des cellules réceptrices

Depuis une vingtaine d'années, des recherches ont été entreprises dans le but d'élucider les phénomènes chimiques à la base de la vision des couleurs, ainsi que de la vision achromatique. C'est un domaine très difficile à aborder, car l'expérimentation est pratiquement impossible dans l'obscurité totale et les corps photosensibles contenus dans les récepteurs rétiniens se décomposent quand on opère à la lumière.

Les premières recherches ont porté sur les bâtonnets, qui sont insensibles à l'action de la lumière rouge extrême. On a pu en extraire un corps photosensible appelé *pourpre rétinien* qui constitue un dérivé de la vitamine A. En effet, quand un individu manque de vitamine A dans sa nourriture, sa vision nocturne, assurée par les bâtonnets, baisse; d'un autre côté, la vitamine A se trouve également en grande quantité dans les cellules pigmentées qui séparent la rétine de la sclérotique (membrane du globe oculaire appelée communément « blanc de l'œil »), mais il ne semble pas que ce fait ait été retenu par les chercheurs. On a déterminé la courbe d'absorption du pourpre en fonction de la longueur d'onde lumineuse, et on a trouvé qu'elle coïncide parfaitement avec la courbe de la visibilité nocturne (fig. 1). Ainsi, on est certain que la vision nocturne est réellement assurée par les bâtonnets.

Si l'expérimentation sur le pourpre rétinien est peu aisée, l'étude chimique des cônes est difficile à l'extrême, car ils sont assez sensibles dans toute la gamme du spectre. On a traité chimiquement les rétines d'animaux dépourvus de bâtonnets (lézards, serpents), et on en a tiré un mélange de corps photosensibles dont le spectre d'absorption montre des maximum suggérant l'existence

de plusieurs couleurs fondamentales. Mais le nombre des points de mesure ainsi obtenus est nettement insuffisant, et un traitement global de ce type ne garantit nullement la provenance des corps isolés. Aussi faut-il considérer les résultats de ces recherches avec beaucoup de circonspection. Nous avons mentionné plus haut le fait que de multiples formes intermédiaires entre cônes et bâtonnets ont été observées sur beaucoup d'espèces animales, ce qui infirmerait la conception classique d'une constitution physiologique très différente de ces deux types de récepteurs. D'un autre côté, des travaux récents, portant sur la constitution chimique des substances photosensibles contenues dans les cônes et les bâtonnets, ont montré qu'après exposition prolongée à la lumière et extraction dans l'éther ces substances montrent des réactions totalement identiques.

Il est possible que des substances très voisines — ou encore des substances identiques, mais fixées sur des molécules protéiques légèrement différentes — donnent, après exposition à la lumière, le même produit de décomposition. De toute façon, en ce qui concerne la nature des substances, ou de la substance, contenues dans les zones, toutes les hypothèses sont permises. Même si le pourpre constituait réellement la substance photosensible des cônes, l'explication de la différence qualitative entre la sensation du vert (engendrée dans le cerveau par l'action des cônes) et la sensation achromatique (engendrée par l'action des bâtonnets) ne présenterait pas de difficultés. En effet, le branchement nerveux des cônes est très différent de celui des bâtonnets, et c'est bien la structure nerveuse, et non pas la nature de la substance photochimique absorbant la lumière stimulatrice, qui doit déterminer la qualité de la sensation engendrée.

Un autre type de recherches (Granit et collaborateurs, Stockholm) met en œuvre une technique optico-électrique très ingénieuse. On opère

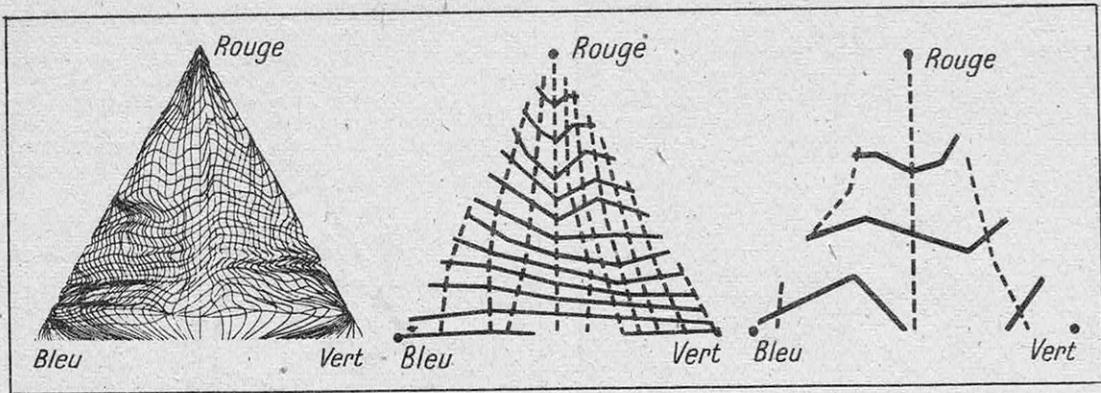


FIG. 7. — LA « GRILLE » DE SENSIBILITÉ AUX NUANCES CHROMATIQUES D'UN SUJET PARTICULIÈREMENT DOUÉ (A GAUCHE), D'UN SUJET NORMAL (AU CENTRE) ET D'UN SUJET TRÈS DÉFICIENT (A DROITE)

sur la rétine même de l'animal vivant en dirigeant sur une très petite surface rétinienne un flux de lumière concentré par un fil de verre ; une microélectrode de dimensions extraordinairement petites est posée sur la rétine du côté qui fait face au cristallin, là où s'étalent les fibres du nerf optique ; par tâtonnement on arrive parfois à capter les signaux (influx nerveux) transmis au cerveau par une seule fibre nerveuse ; ces signaux sont ensuite amplifiés et enregistrés à l'aide d'un oscillographe cathodique. Cette méthode a permis d'isoler des fibres nerveuses répondant de façon sélective aux stimulations en lumière de différentes longueurs d'onde : on a ainsi pu observer des fibres répondant au rouge, d'autres encore au bleu. Il paraît pourtant très difficile de tirer des conclusions définitives de ces travaux ; il ne semble pas qu'à l'heure actuelle ils permettent d'affirmer qu'il existe trois, quatre, cinq récepteurs fondamentaux. Toujours est-il qu'on doit en tirer la conclusion que le nombre des récepteurs fondamentaux est petit.

La physiologie de l'œil des oiseaux pourrait amener les chercheurs à envisager un autre mécanisme de la vision des couleurs chez les mammifères. En effet, les cônes de l'œil des oiseaux sont pourvus de boules huileuses desquelles on a pu extraire trois colorants. Ceux-ci montrent des spectres d'absorption paraissant

identiques à ceux des substances photosensibles qui se trouvent à l'intérieur des cônes. On a avancé l'hypothèse que ces boules huileuses servent de réservoirs susceptibles de fournir des colorants aux cônes quand le rendement de ceux-ci, épuisés par une trop longue adaptation à la lumière, vient à diminuer de façon excessive ; la matière contenue dans les boules huileuses serait activée lors de sa migration et deviendrait photosensible.

Il est évident que ces boules agissent comme des filtres, car elles accusent une absorption sélective. Or, dans le cas de l'homme, on n'a pu encore prouver la présence dans les cônes de plusieurs substances photosensibles, bien qu'il paraisse y exister au moins trois colorants spécifiques différents. On peut très bien expliquer les observations en matière de vision humaine par la présence, dans les cônes, d'une seule substance photosensible, intimement mélangée, selon que le cône est « rouge », « vert » ou « bleu », à un colorant spécifique, mais non photosensible, qui absorberait respectivement le vert et le bleu, le rouge et le bleu ou le rouge et le vert. Cette conception est aussi défendable que la théorie trichromatique classique et présente l'avantage d'expliquer plus facilement que celle-ci la vision des daltoniens. L'une aussi bien que l'autre manquent pourtant de fondement physiologique ; ce ne sont toujours que des hypothèses.

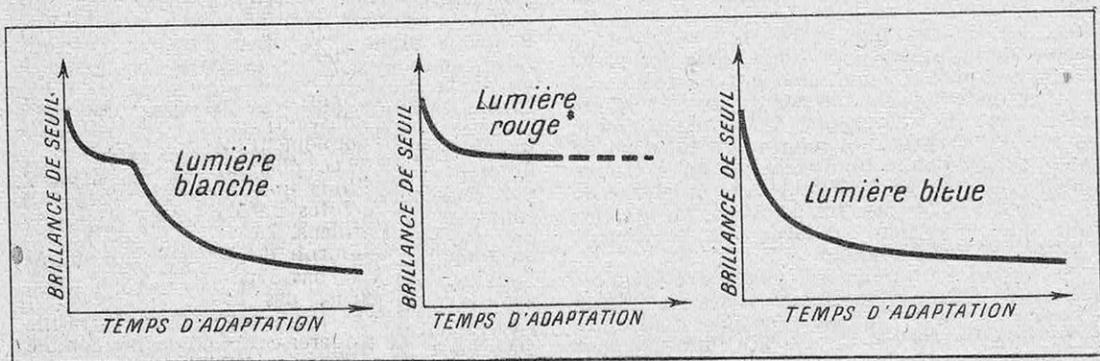


FIG. 8. — LES COURBES D'ADAPTATION A L'OBSCURITÉ

Après stimulation prolongée en lumière blanche, le sujet s'adapte à l'obscurité ; la sensibilité de l'œil augmente en fonction du temps, c'est-à-dire que le « seuil » de brillance nécessaire pour provoquer sa réponse s'abaisse.

### Saturation et adaptation

Quand on observe une plage faiblement éclairée en lumière monochromatique, autre que le rouge extrême, elle paraît dépourvue de tout caractère chromatique aussi longtemps que l'intervalle photochromatique dont nous avons parlé plus haut n'est pas dépassé. Lorsque la brillance objective de la plage dépasse une certaine valeur critique, variant avec l'observateur, celui-ci commence à avoir une sensation qualitative, d'abord très peu accusée : on dit que la plage lui paraît en lumière colorée faiblement saturée au sens que nous avons indiqué précédemment (dilution dans du blanc). C'est que, le seuil absolu dépassé, les bâtonnets commencent à envoyer des messages sensoriels vers les centres cérébraux, d'où une sensation achromatique, qui devient de plus en plus intense au fur et à mesure que croît l'intensité stimulatrice. Quand les cônes commencent à répondre, l'activité des bâtonnets est déjà devenue assez importante, et la première réponse des cônes, faible encore, est « diluée » par celle des bâtonnets. La saturation perçue augmente dès lors au fur et à mesure qu'on fait croître l'intensité stimulatrice et il arrive finalement que la couleur considérée paraît « saturée ». Nous devons donc admettre qu'à partir de ce moment les bâtonnets ne répondent plus et que ce sont les seuls cônes qui sont responsables de la sensation. Cette image cadre très bien avec l'observation suivante.

Nous savons, qu'en nous engageant dans une pièce obscure, nous devenons pratiquement aveugles ; après un certain temps, nous commençons à voir filtrer à travers telle fente un mince filet de lumière, même très atténuée, et souvent, après un séjour de l'ordre de trois quarts d'heure, nous pouvons constater que le local n'est pas totalement obscur, mais seulement très peu éclairé. Voici comment s'explique cette expérience de tous les jours : l'œil qui a été soumis à l'action prolongée d'une lumière assez intense perd beaucoup de sa sensibilité, et il faut une période d'adaptation à l'obscurité d'environ une heure pour qu'il récupère sa sensibilité maximum.

Des mesures de ce genre ont été faites en grand nombre et en faisant varier les conditions d'adaptation préalable à la lumière. On mesure la sensibilité après des périodes variables d'adaptation à l'obscurité, faisant suite à l'observation d'une plage violemment éclairée. Quand on opère en lumière blanche, les courbes ont toutes l'allure de celle de la figure 8 (à gauche) ; après cinq ou dix minutes d'adaptation, la courbe s'incurve brusquement vers le bas, ce qui veut dire que la sensibilité, après avoir crû régulièrement, augmente brusquement à une allure beaucoup plus rapide et tend vers un palier qui, généralement, est atteint au bout d'une heure de séjour dans l'obscurité. Quand, dans les mêmes conditions d'excitation, on mesure le seuil en lumière rouge extrême, donc en l'absence de toute activité des bâtonnets, on obtient une

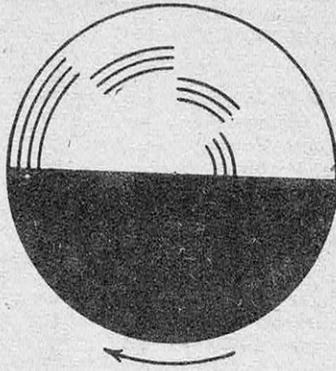


FIG. 9. — LE « TOTON » DE BENHAM  
Lorsque ce disque tourne à une vitesse convenable, éclairé en lumière blanche, on observe des bandes diversement colorées.

courbe régulière, n'accusant plus de point anguleux (fig. 8, au centre). Ces expériences montrent que l'activité des bâtonnets en lumière blanche commence seulement quand les cônes ne sont plus très loin de leur état d'adaptation à l'obscurité, c'est-à-dire quand ils répondent déjà à des stimulations relativement faibles : il doit donc se produire un phénomène d'inhibition, empêchant les bâtonnets de répondre quand les intensités stimulantes sont suffisamment élevées. La figure 8, à droite, correspondant à la même expérience faite en lumière bleue, confirme ce point de vue, car elle présente pratiquement le même seuil absolu que la courbe 8, à gauche.

Pendant longtemps, on a cru devoir expliquer tous les phénomènes d'adaptation par la seule recombinaison, plus ou moins rapide, de substances photosensibles décomposées lors de l'exposition préalable à la lumière. Mais il pourrait s'agir aussi bien d'une adaptation nerveuse due à la recombinaison d'une substance fortement décomposée lors des transformations d'ordre chimique que subit le nerf pendant le passage des influx nerveux. A l'heure actuelle, nous connaissons un si grand nombre de faits d'observation prouvant l'existence d'une adaptation nerveuse que nous sommes obligés d'admettre l'existence simultanée des deux types d'adaptation. Ici encore, nous manquons totalement de données quantitatives qui nous permettraient de faire la part de chacun des deux effets.

### Les images consécutives

Quand on a observé, pendant quelques secondes, un objet fortement éclairé, par exemple le filament d'une ampoule électrique ordinaire de 25 W, on constate que, l'œil fermé, une séquence d'images colorées de l'objet en question se déroule. Cette séquence, très variable suivant la brillance de l'objet et selon la surface rétinienne impressionnée, commence par le blanc. Viennent ensuite généralement bleu, vert, rouge, bleu encore, vert légèrement bleuâtre, etc. La durée d'observation de la source aveuglante peut aussi faire varier très sensiblement la nature de la séquence. Avec une ampoule électrique utilisée comme source, le filament apparaît dans les images consécutives avec un liséré dont la couleur est complémentaire à la sienne.

L'explication de ces phénomènes varie avec les auteurs. On a admis une oscillation propre, à périodicités différentes dans les trois systèmes de récepteurs rétinien. De telles tentatives ne pouvaient guère fournir de précisions, d'autant plus qu'on ne sait pas séparer les effets périphériques, rétinien, des effets corticaux et subcorticaux, dans le cerveau. Dans la rétine même, faut-il considérer ces phénomènes comme purement nerveux ou faut-il penser que des phénomènes photochimiques propres interviennent ? Des recherches sur le rôle de l'inhibition nerveuse dans le mécanisme de la vision semblent prouver que les images consécutives doivent provenir de la superposition d'au moins

trois phénomènes possédant des constantes de temps très différentes, un photochimique et deux nerveux.

### Le champ visuel des couleurs

On constate qu'en passant de la vision centrale à la vision périphérique, la sensation du vert disparaît la première, suivie par le rouge, le jaune et finalement le bleu ; une minorité de chercheurs prétendent d'ailleurs que, dans cette séquence, il faut intervertir le rouge et le jaune. On a également observé qu'au centre même de la fosse fovéale la vision du bleu est soit très déficiente, soit totalement absente. Cette observation, dont l'explication est toujours attendue, présente un grand intérêt, ainsi que nous le verrons plus loin.

### Les couleurs subjectives

Signalons un phénomène très remarqué à la fin du dernier siècle, mais ignoré de nos jours par les non-spécialistes. Il s'agit des couleurs subjectives de Fechner-Benham.

En faisant tourner un disque blanc pourvu de stries noires disposées convenablement, on observe des anneaux colorés, cette coloration changeant avec la vitesse de rotation. Benham popularisa le phénomène en mettant en vente le « toton » que reproduit la figure 9 ; des études systématiques à ce sujet ont été entreprises et on explique maintenant ce phénomène de la façon suivante. Les couleurs ne sont pas toutes perçues avec la même vitesse ; en effet, on aperçoit plus vite une stimulation en lumière rouge qu'une stimulation en lumière verte, et cette dernière plus vite qu'une stimulation en lumière bleue. Normalement, nous ne pouvons pas saisir cette succession rapide des colorations précédant le régime achromatique terminal, seul perçu ; mais, quand un groupe de stries noires apparaît après une certaine durée de stimulation en lumière blanche, leurs contours apparaissent sous une couleur qui dépend de cette durée et de l'intensité de l'éclairement. En faisant varier ce dernier, on fait varier la succession des quatre couleurs observées sur le « toton », aussi bien qu'en changeant la vitesse de rotation de ce dernier. Dans les conditions optimum d'éclairement et de vitesse de rotation, les anneaux colorés présentent la succession : rouge, jaune, vert, bleu. La rotation doit être assez rapide — de l'ordre de 10 t/s —, l'éclairement bon, sans être excessif.

### La théorie de la tétrade

Une théorie assez récente (Piéron) de la vision des couleurs admet le couplage nerveux de quatre types de cônes dont l'un assurerait la vision du rouge, l'autre celle du vert, le troisième celle du bleu, le quatrième, cône de brillance, assurant la sensation de la brillance ; ce dernier cône devrait donc contenir un mélange des trois corps photochimiques spécifiques des trois autres. Ce qui rend cette théorie fructueuse est peut-être moins l'image morphologique de la tétrade (fig. 10), entièrement hypothétique, que l'idée du rôle que peut jouer l'inhibition mutuelle nerveuse des systèmes chromatiques.

Présentons à l'œil une lumière rouge. Le cône rouge entrera en action et, par le jeu des liaisons nerveuses avec les cônes verts et bleus, exercera sur eux une action inhibitrice. Si la lumière rouge est une lumière rouge extrême, ce blocage n'aura rien changé, car alors ni le cône vert ni le cône

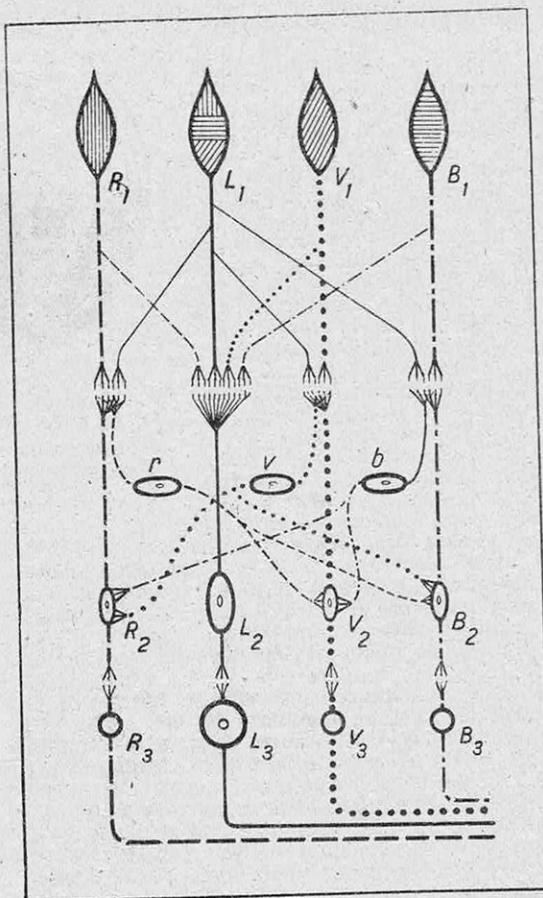


FIG. 10. — SCHÉMA THÉORIQUE D'UNE « TÉTRADE DE CELLULES RÉTINIENNES

Les substances sensibles aux radiations rouge, verte, blanche, sont portées par les cônes  $R_1$ ,  $V_1$ ,  $B_1$ . Le cône de brillance  $L_1$  porte, à des concentrations différentes, les trois substances photosensibles. Les cellules horizontales  $r$ ,  $v$ ,  $b$  ont pour rôle d'inhiber le fonctionnement des cellules bipolaires  $R_2$ ,  $V_2$ ,  $B_2$  qui relient les cônes aux cellules ganglionnaires  $R_3$ ,  $V_3$ ,  $B_3$ , lesquelles envoient au cerveau les messages rouge, vert, bleu. La cellule ganglionnaire  $L_3$  envoie seulement le message de brillance (d'après Piéron).

bleu n'auront eu tendance à répondre. Mais supposons que cette lumière rouge donne dans l'orangé, couleur excitant un peu le cône vert ; dans un tel cas, ce dernier répondra, mais l'activité prépondérante du cône rouge exercera une action inhibitrice sur lui plus forte que celle subie par le cône rouge sous l'action du cône vert. Quand le stimulus est de la lumière franchement verte, tous les trois cônes sont excités, à des taux différents : l'inhibition mutuelle jouera de manière à donner une sensation chromatique déterminée par le taux d'inhibition subie par chacun des trois cônes. Présentons enfin de la lumière blanche : dans ce cas, le taux de l'inhibition subie par chacun des trois cônes serait le même et alors tout caractère chromatique disparaîtrait de la sensation ; en effet, si chaque cône reçoit une excitation que nous poserons égale à 1 et subit en même temps une inhibition égale à deux fois un demi, aucun message de

nature chromatique ne parviendrait au cerveau qui enregistrerait seulement le message de brillance transmis par le quatrième cône. On voit que le jeu des inhibitions tendrait à exagérer de très faibles variations de l'excitation individuelle des trois cônes et devrait ainsi augmenter le pouvoir de discrimination des nuances chromatiques. On avait toujours éprouvé de sérieuses difficultés pour expliquer pourquoi nous sommes capables de distinguer un si grand nombre de nuances spectrales, étant donné que tout paraît indiquer que l'excitation spécifique des trois récepteurs fondamentaux ne varie que bien peu dans d'étendues régions du spectre. La théorie de la tétrade réduit sensiblement ces difficultés.

Si une telle action inhibitrice devait réellement exister, elle ne pourrait être instantanée. Par conséquent, un très bref éclaircissement de l'œil, provoqué par une source de lumière colorée, devrait nous donner une impression plus voisine du blanc, pourvu que la composition spectrale de la source soit propre à exciter les trois récepteurs fondamentaux, même à des taux différents. C'est effectivement le cas : quand on observe deux plages juxtaposées, éclairées en lumière composée jaunâtre dont l'une l'est de façon durable, l'autre pendant un bref instant seulement, cette dernière paraît d'un blanc très pur à côté de la première qui, elle, paraît nettement jaune ; en effet, puisque chacun des trois cônes est excité par cette lumière quoique de façon plus ou moins intense, chacun d'eux répondra, et en absence de toute inhibition, le stimulus bref doit nous paraître beaucoup plus blanc que le stimulus durable, ce dernier permettant à l'inhibition de s'exercer. En lumière rouge extrême, ce phénomène ne s'observe pas, parce que cette lumière ne peut exciter que le seul cône rouge, quelle que soit l'intensité du stimulus ; aucune différence de sensation ne peut donc s'établir entre la plage « brève » et la plage « durable ».

Lorsque l'on étudie avec une microélectrode, suivant la technique à laquelle nous avons fait allusion précédemment, une fibre unique du nerf optique du chat, les résultats obtenus parlent également en faveur d'une inhibition mutuelle des trois récepteurs fondamentaux. La fibre étudiée répond, par exemple, pendant toute la durée d'une stimulation en lumière rouge, mais elle ne présente que de très brèves réponses quand l'œil est stimulé en lumière bleue. Cette fibre transmettait donc au cerveau les messages provenant d'un récepteur « rouge ». Sa première réponse, très brève, à la lumière bleue correspondrait à une faible excitation initiale, bientôt supprimée du fait de l'action inhibitrice qu'exerce sur l'élément rouge l'activité de l'élément bleu voisin. La brève réponse à la cessation du stimulus pourrait bien correspondre aux images consécutives, la cessation d'une inhibition se traduisant par une courte période de facilitation. Ainsi, après la cessation d'une intense stimulation en lumière bleue, les élé-

ments voisins, répondant au rouge et au vert, entreraient en action, par suite de la cessation de l'inhibition qu'ils venaient de subir et une image consécutive jaune apparaîtrait.

### L'antagonisme vert-rouge

Signalons brièvement une série d'observations faites durant des années par le chercheur russe Kravkov et ses collaborateurs, observations qui tendent à faire admettre que les mécanismes de la vision du rouge et du vert constituent un couple antagoniste et que, d'un autre côté, le mécanisme de la vision du bleu doit, neurologiquement parlant, être très différent de celui de la vision des deux autres fondamentales.

En instillant dans l'œil une solution de pilocarpine, substance exaltant le système sympathique, la vision du rouge est exaltée, celle du vert inhibée. Ces effets sont très considérables et ne peuvent être attribués à des erreurs de mesure. Par contre, en instillant de l'adrénaline, qui agit sur le système parasympathique, on exalte la vision du vert et inhibe celle du rouge. On obtient des effets antagonistes du même type par l'action sur l'œil du courant continu, en inversant la polarité et encore en introduisant dans l'œil soit des ions de calcium, soit des ions de potassium. Qu'il nous suffise de citer, parmi beaucoup d'autres, ces quelques exemples.

Il ne paraît pas facile de concilier ces observations avec l'hypothèse de la coexistence, dans la couche des cellules réceptrices rétiniennes, de trois sortes de cônes responsables respectivement pour la vision du rouge, du vert et du bleu. En effet, il faudrait que les uns, pour tant étroitement mêlés aux autres, soient reliés au système du sympathique, les autres au système du parasympathique, les troisièmes, enfin, reliés ni à l'un ni à l'autre.

Signalons, d'ailleurs, que, bien que les défenseurs de la théorie trichomatique (la presque totalité des chercheurs et des ingénieurs spécialisés) ne mettent pas en doute que les trois récepteurs fondamentaux soient les cônes, quelques voix se sont élevées pour soutenir que la vision du bleu repose sur l'activité des bâtonnets. Cette hypothèse, avancée par l'Anglais Willmer, permet d'expliquer certains faits d'observation plus aisément, mais n'est encore pas davantage qu'une hypothèse de travail.

Aucune théorie cohérente ne peut, semble-t-il, remplacer à l'heure actuelle la théorie trichomatique classique, mais ses faiblesses deviennent de plus en plus évidentes. Des tentatives plus ou moins « révolutionnaires » sont déjà faites, mais il manque une certaine coordination de toutes les données. Il paraît par ailleurs probable que des recherches systématiques, d'ordre physique, sur les propriétés des innombrables colorants organiques connus pourront faire avancer sensiblement nos connaissances dans le domaine de la vision des couleurs.

E. BAUMGARDT

Certaines vérités de bon sens n'apparaissent plus aujourd'hui que comme la longue habitude d'une idée fausse.

Jean CABANNES

# CRISTAUX PIÉZOÉLECTRIQUES ARTIFICIELS

par Henri FRANÇOIS  
Ancien élève de l'École Polytechnique

*Au cours de la dernière guerre, toutes les nations belligérantes, quel que fût leur potentiel industriel, se sont trouvées devant une foule de problèmes de production résultant d'une demande brusquement accrue de certains matériaux. Les recherches qu'elles ont entreprises pour les résoudre ont été très souvent génératrices de progrès. C'est ainsi qu'une industrie des cristaux piézoélectriques artificiels s'est constituée de façon durable aux États-Unis pour remédier à la pénurie de quartz dont les fabrications radioélectriques, d'une puissance brusquement décuplée, avaient le plus urgent besoin.*

**S**i l'on exerce sur les faces de certains cristaux convenablement taillés une pression qui provoque une légère déformation de ces cristaux, on constate que des charges électriques apparaissent sur les faces soumises à la pression. Si ces faces sont rendues conductrices par une légère couche de métal, le cristal se comporte comme le diélectrique d'un condensateur que la pression suffit à charger. Réciproquement, une tension électrique appliquée aux faces du cristal provoque leur déformation, et si cette tension est alternative et de fréquence convenable, le cristal se met à vibrer sous l'action des forces électriques et des forces élastiques qui s'opposent à sa déformation. Cette propriété (piézoélectricité), découverte en 1817 par Haüy sur les cristaux de quartz, est utilisée en radioélectricité pour contrôler la fréquence des oscillations de certains circuits, ou pour filtrer (par résonance), dans un ensemble complexe d'oscillations superposées, une oscillation de fréquence donnée (communications multiples par câbles coaxiaux). Enfin, pendant la guerre, elle a servi à réaliser ces détecteurs à ultrasons du type « Asdic » qui ont rendu de si grands services dans la lutte antisoumarine.

La demande sans cesse accrue de cristaux piézoélectriques ayant rapidement dépassé les possibilités de production et le quartz, produit idéal pour ce genre d'applications, venant à manquer, il a fallu entreprendre la fabrication de cristaux artificiels. Il existe d'autres composés cristallisés qui, comme le quartz, sont piézoélectriques. Citons le sel de Seignette (ou sel de la Rochelle), tartrate

double de sodium et de potassium, et le phosphate monoammonique. C'est ce dernier qui fut choisi pour la fabrication de cristaux piézoélectriques de remplacement au laboratoire de la Western Electric Co.

Il n'était évidemment pas question de reproduire des cristaux de ce sel par voie thermique, comme on le fait pour les saphirs artificiels (1), parce que le phosphate monoammonique est décomposé par la chaleur. Il fallait donc obtenir des cristaux de grande dimension et d'une homogénéité parfaite en provoquant leur développement dans une solution sursaturée du sel.

Le phosphate d'ammonium étant plus soluble à chaud qu'à froid, il suffit de refroidir une solution saturée pour provoquer la croissance de cristaux au sein du liquide.

## Les conditions du développement des gros cristaux

Ce problème extrêmement simple en apparence a nécessité dans la pratique une très longue mise au point. Tout d'abord, on sait que

la grosseur des cristaux que l'on peut obtenir à partir d'une solution saturée est fonction de la vitesse à laquelle s'effectue cette cristallisation; le cristal se forme autour d'un petit cristal initial (germe) et c'est ce germe qu'il s'agit de développer à l'exclusion de tout autre.

Or, si on refroidit brusquement la solution et qu'on n'accompagne pas ce refroidissement d'un brassage ininterrompu de la masse liquide, les

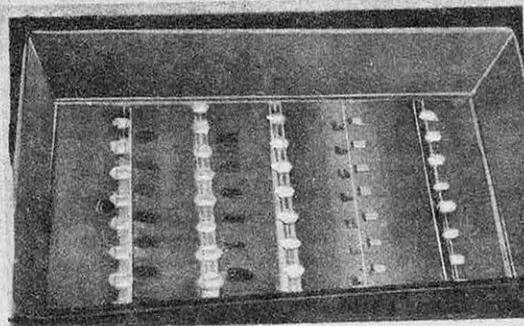


FIG. 1. — L'INTÉRIEUR D'UNE CUVE PLATE POUR LA CRISTALLISATION DU PHOSPHATE MONOAMMONIQUE

Les cristaux sont baignés par une solution sursaturée du phosphate, et le liquide est constamment agité par une légère oscillation de la cuve. Cette cuve d'acier inoxydable peut contenir quarante cristaux, qui atteignent une longueur de 30 mm environ.

(1) Voir : « Le saphir synthétique » (Science et Vie, n° 367, avril 1948).

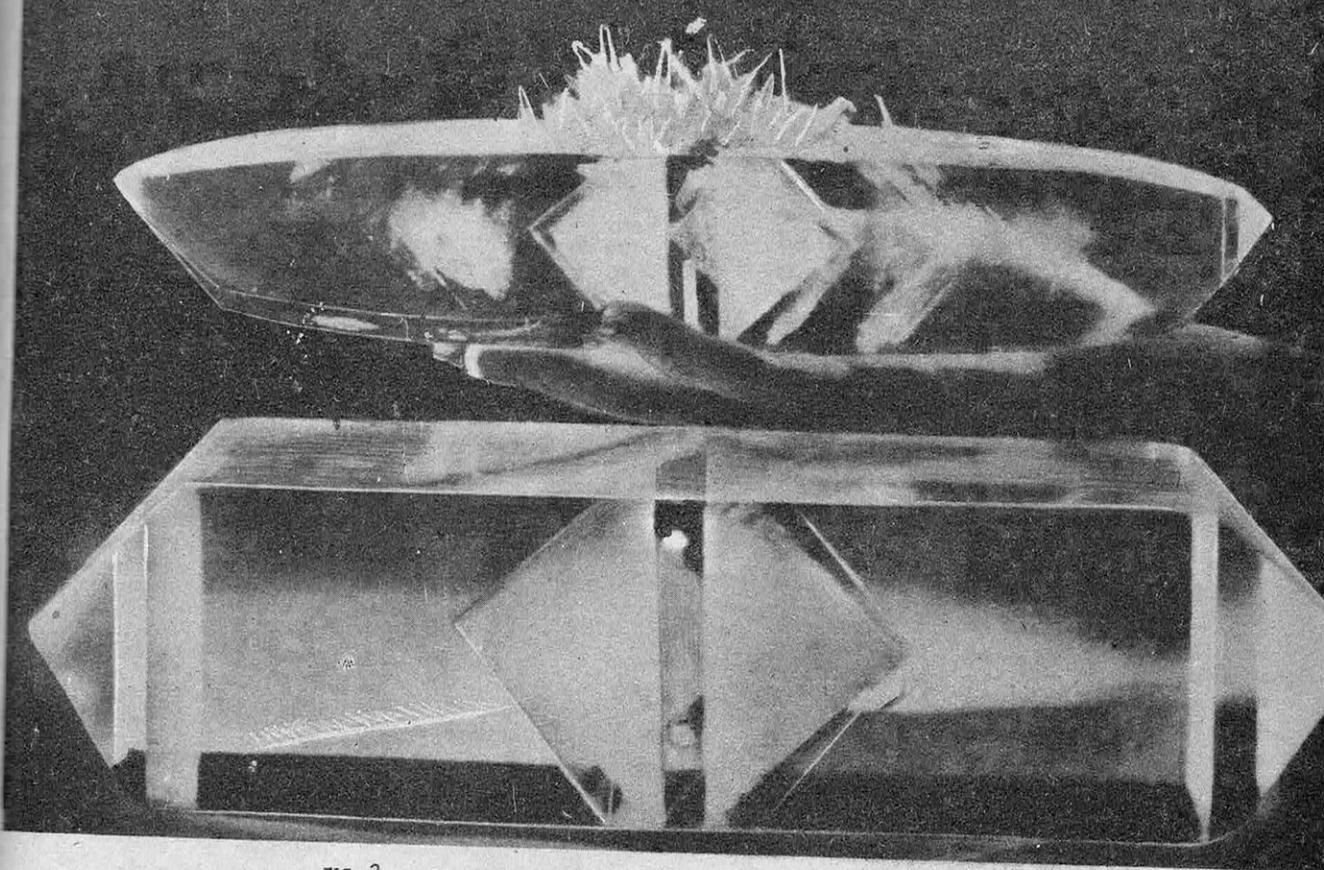


FIG. 2. — DEUX CRISTAUX ARTIFICIELS DE PHOSPHATE MONOAMMONIQUE

*En bas, un cristal parfaitement constitué à partir d'un « germe », qui apparaît trouble au milieu de la masse transparente. En haut, un cristal qui cumule deux des défauts que l'on doit éviter : des germes indésirables sont tombés à sa surface et s'y sont développés, tandis que des traces de fer ont troublé sa croissance régulière.*

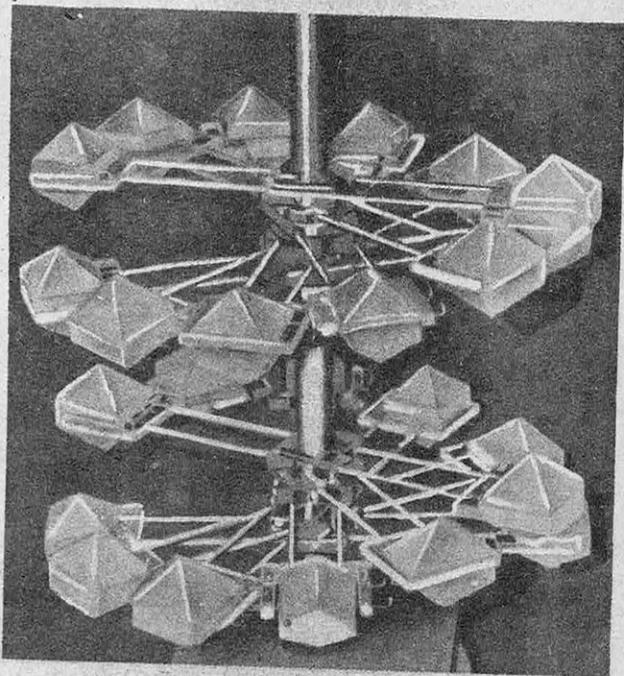
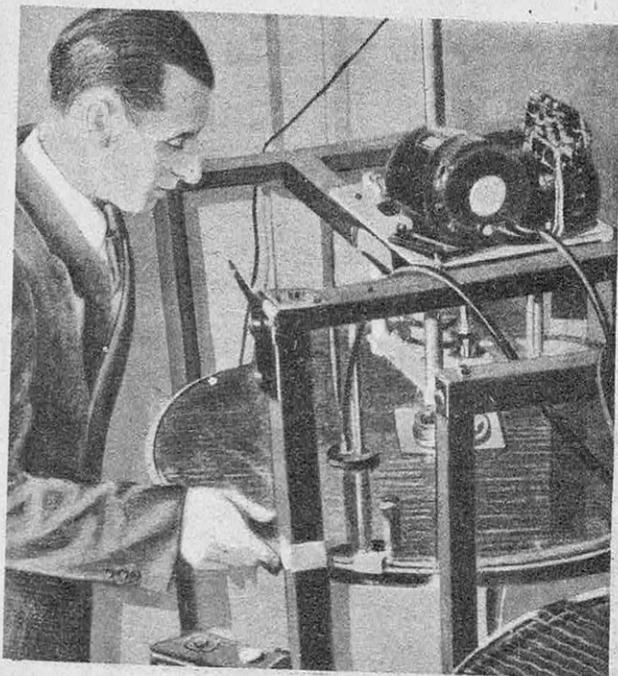


FIG. 3. — UNE CUVE CYLINDRIQUE POUR LA CULTURE EXPÉRIMENTALE DES CRISTAUX

*A gauche, vue extérieure de la cuve, montrant le moteur électrique qui fait tourner alternativement, dans un sens et dans l'autre, l'axe qui porte les cristaux. A droite, l'axe retiré de la cuve montrant le dispositif de fixation des cristaux qui sont tenus par deux supports en matière plastique.*

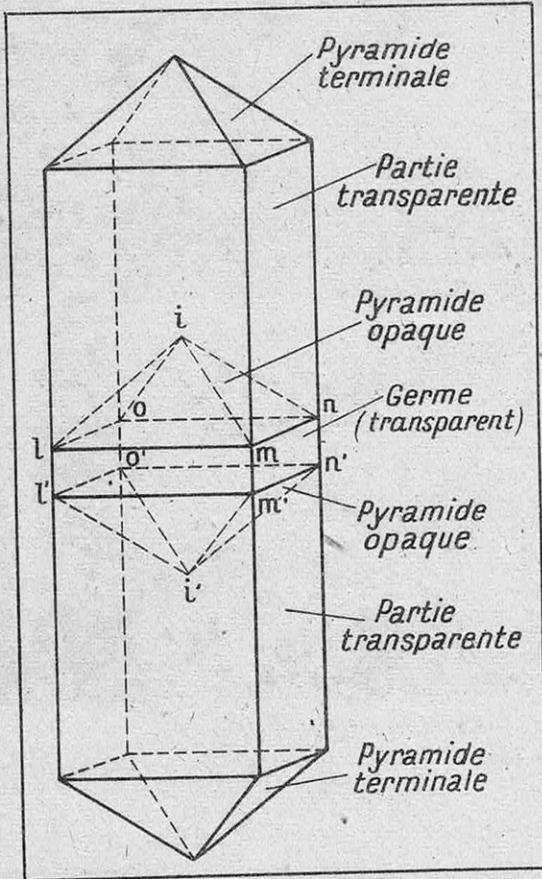


FIG. 4. — LA FORME GÉOMÉTRIQUE IDEALE D'UN CRISTAL DE PHOSPHATE D'AMMONIUM

C'est celle d'une barre à section carrée dont chaque extrémité est recouverte par une pyramide. Placée dans une solution sursaturée, la barre s'allonge, sans accroître sa section, par addition de cristaux parfaitement homogènes sur les faces libres des pyramides terminales. Si l'on découpe une petite section  $l'm'n'o'$  dans ce cristal et qu'on l'utilise comme « germe » d'un nouveau cristal, celui-ci reconstitue d'abord deux pyramides  $l'm'n'o'$  et  $l'm'n'o'i'$ , avant de poursuivre sa croissance, comme le cristal qui lui a donné naissance. On voit sur la figure 5 comment se développent les deux pyramides terminales à partir desquelles s'allonge le germe initial.

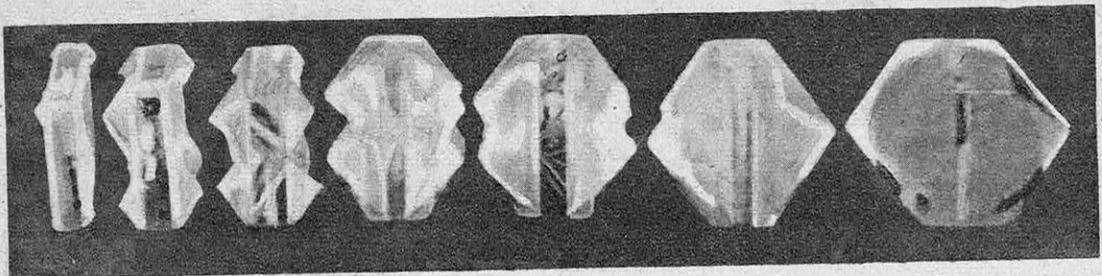


FIG. 5. — DIVERSES PHASES DU DÉVELOPPEMENT DE DEUX PYRAMIDES SUR UN « GERME » A FACE CARRÉE

La cristallisation n'est pas parfaitement homogène et le « germe » restera visible dans le cristal complètement développé (fig. 6), où il constitue un noyau translucide au milieu d'une masse parfaitement transparente.

microcristaux qui se forment toujours dans une solution saturée se développent en grand nombre, concurrentement avec le germe que l'on veut « nourrir », et ces cristaux tombent au fond de la cuve de cristallisation après avoir appauvri la solution saturée, ou, ce qui est encore plus grave, ils se posent sur le cristal en cours de développement en nuisant à son homogénéité. La figure 2 montre un exemple de la présence de germes indésirables.

Au contraire, si le refroidissement de la solution est très lent et s'accompagne d'un brassage ininterrompu de la solution, on arrive à développer dans la cuve un nombre limité de gros cristaux. C'est sur ce principe qu'ont été réalisées les cuves de fabrication des gros cristaux de phosphate monoammonique.

Ces cuves étaient refroidies avec une extrême lenteur (une fraction de degré par jour), et la cristallisation y durait plusieurs mois. Elles étaient placées dans des enceintes isolées thermiquement et leur température était fixée à la valeur désirée à un dixième de degré centésimal près, grâce à des résistances électriques contrôlées au moyen de thermostats de précision.

Pour la fabrication en grand des cristaux, les germes à développer étaient placés sur des supports appropriés dans des cuves plates en acier inoxydable (fig. 1), dans lesquelles le liquide était continuellement brassé par un balancement automatique. Cette méthode, qui a donné satisfaction, a l'avantage d'utiliser au mieux l'espace disponible du laboratoire parce qu'il est possible de superposer dans la même salle plusieurs rangées de cuves.

Un autre dispositif, utilisé notamment pour les recherches sur le développement d'autres cristaux piézoélectriques, consiste à placer les cristaux que l'on veut développer dans une cuve cylindrique, et à les faire tourner alternativement dans un sens, puis dans l'autre, autour d'une tige placée selon l'axe de la cuve et entraînant leurs supports (fig. 3).

Cette méthode, qui n'utilise pas aussi bien que la précédente la place disponible, permet par contre d'accélérer la cristallisation en chauffant modérément le fond de la cuve de façon à y conserver une mince couche de liquide à une température supérieure à la température de saturation et en laissant retomber à la surface du liquide l'eau qui s'en évapore. Les cristaux qui, en cas de cristallisations « parasites », tombent au fond sont redissous, et le sel reste disponible pour « nourrir » les cristaux utiles.

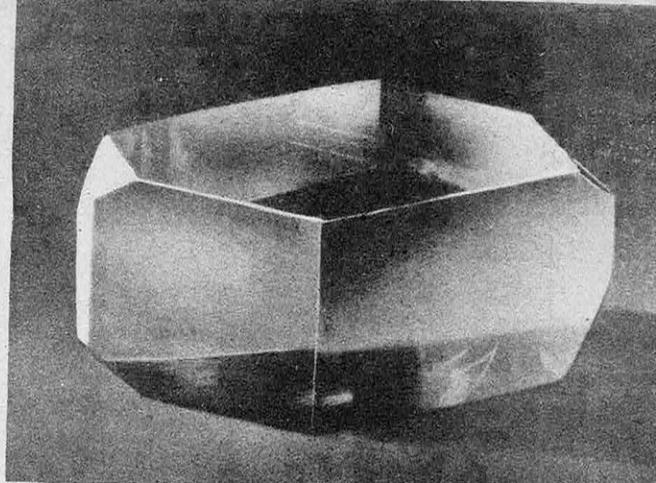
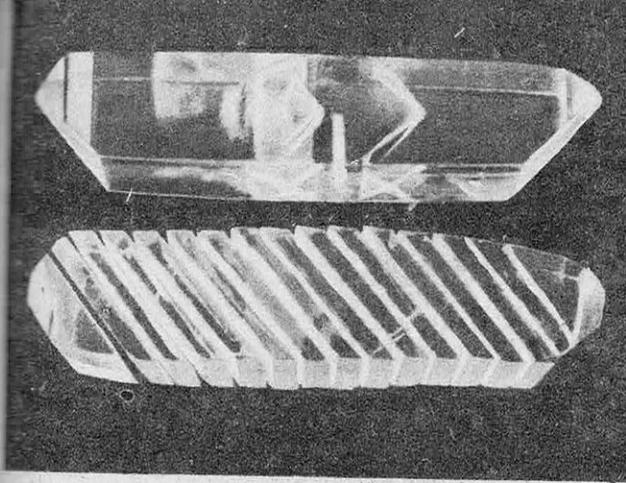


FIG. 6 ET 7. — UN CRISTAL PARFAITEMENT HOMOGENÈNE (A DROITE) OBTENU A PARTIR D'UNE SECTION OBLIQUE CONVENABLE D'UNE BARRE DE PHOSPHATE D'AMMONIUM (A GAUCHE).

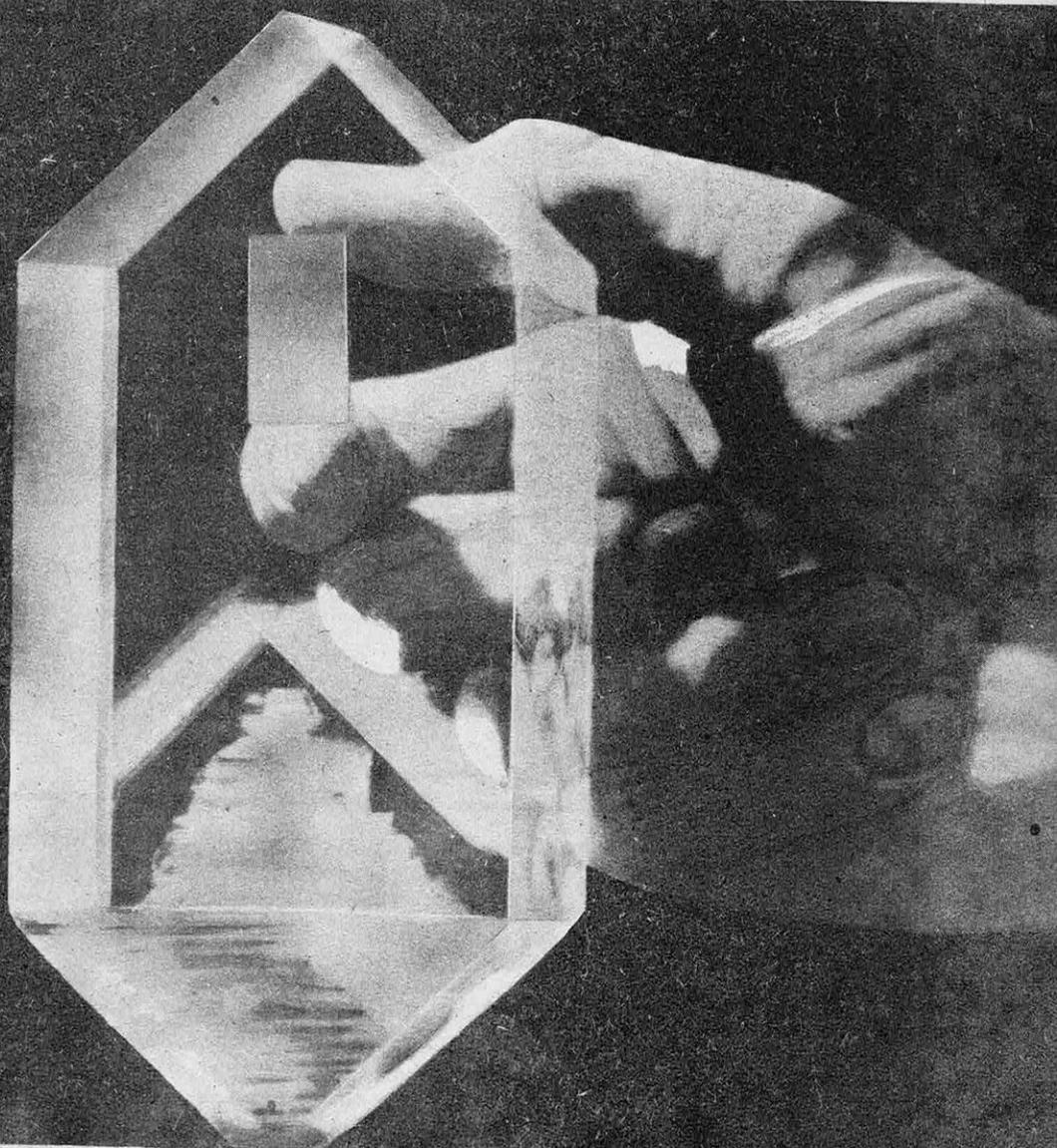


FIG. 8. — UN NOUVEL « ERSATZ » DU QUARTZ : UN GRAND CRISTAL ARTIFICIEL DE TARTRATE D'ÉTHYLÈNE-DIAMINE

L'eau de condensation qui abaisse légèrement la concentration à la surface du liquide redissout les germes cristallins qui s'y forment par suite de l'évaporation (1).

Ainsi, en surveillant avec soin les bains nourriciers et évitant que des cristallisations parasites ne s'y développent, on parvient à obtenir une croissance parfaitement régulière des germes qui donnent naissance à de gros cristaux dont la transparence parfaite constitue le meilleur critère d'homogénéité. Mais un autre problème se pose alors : quel germe va-t-on offrir à la solution pour que le cristal engendré ait une forme qui en rende l'utilisation aussi commode que possible ?

### La préparation des « germes » cristallins

Un cristal peut, en principe, se développer autour d'un germe cristallin ayant n'importe quelle forme, mais sa croissance obéit à des lois qu'il faut connaître si on veut obtenir des cristaux de grandes dimensions et parfaitement homogènes.

Dans des conditions convenables, un cristal de phosphate monoammonique tend à prendre la forme idéale d'un parallélépipède à base carrée coiffé sur chacune de ses bases d'une pyramide à base carrée dont les angles dièdres seront toujours les mêmes (fig. 4). Une fois cette forme atteinte, il continue à s'allonger, les faces libres des pyramides terminales fixant seules le sel qui cristallise et le parallélépipède s'allonge en repoussant ses pyramides terminales ; c'est alors que la cristallisation est parfaitement transparente (fig. 7).

La méthode qui vient immédiatement à l'esprit pour atteindre le plus rapidement possible cette forme qui permet une cristallisation homogène est de découper, dans un cristal qui l'a déjà atteinte, un petit parallélépipède à bases carrées et de s'en servir comme germe d'un nouveau cristal.

On observe alors sur les deux faces carrées le développement d'un grand nombre de petites pyramides (fig. 5) qui, se recouvrant les unes les autres, arrivent à constituer deux pyramides parfaites. En raison de leur mode de formation,

(1) La présence de certaines impuretés (sels de fer, de chrome ou d'étain) a une double action sur la croissance des cristaux : elle retarde la formation de germes « parasites », mais déforme les cristaux qui prennent des formes qui ne sont plus parfaitement régulières au point de vue géométrique (fig. 4).

ces deux pyramides ne sont pas parfaitement homogènes et manquent de transparence. Mais, à partir du solide ainsi formé, le cristal va désormais pouvoir s'accroître selon la loi qui lui convient et la portion qui cristallise est parfaitement transparente et utilisable.

Si l'on offrait à la solution un parallélépipède oblique taillé parallèlement à une face quelconque de l'une de ces pyramides terminales, le cristal se développerait immédiatement de façon homogène sans même que le plus léger voile vienne marquer la surface de séparation avec le « germe » et il tendrait à se rapprocher peu à peu de la forme idéale que nous avons décrite (fig. 4) ; mais ceci n'a pas un gros intérêt pratique parce qu'il est très difficile de tailler un cristal suivant deux plans rigoureusement parallèles à une face des pyramides terminales.

Nous avons supposé que nous disposions d'un germe à base carrée la plus large possible. L'obtention d'un tel germe posait un nouveau problème puisque, nous l'avons vu, la section d'un cristal déjà formé n'a pas en général tendance à s'accroître. Pour provoquer un accroissement de la section des cristaux, on les cultive dans les solutions contenant un excès d'ammoniaque (c'est-à-dire dans un mélange de phosphates mono- et diammoniques). Mais ces solutions présentent un défaut extrêmement gênant : elles sont beaucoup plus instables que les solutions pures de phosphates monoammoniques et les cristaux parasites s'y forment en beaucoup plus grand nombre. On doit effectuer un grand nombre de cultures successives avant d'obtenir un cristal homogène et de grande section, et il faut environ six mois pour développer un cristal de 4 cm de base environ en partant d'un cristal de 1 cm de base.

On voit toutes les difficultés techniques que peut offrir un problème en apparence extrêmement simple. Toutes ces difficultés ont été surmontées et on a pu réaliser des cristaux dont la base a 4,5 cm de côté et dont la longueur atteint couramment 23 cm. Les cristaux sont découpés en morceaux de dimensions convenables que l'on dore sur deux de leurs faces opposées et qui constituent d'excellents ersatz du quartz.

Mais déjà les mêmes laboratoires annoncent la mise au point de la fabrication d'un nouveau cristal synthétique (fig. 8) à partir du tartrate d'éthylène-diamine, et c'est la preuve que cette nouvelle industrie, créée pour les besoins de la guerre, a continué à progresser depuis la fin des hostilités.

H. FRANÇOIS

Au cours de l'année 1947, la production de pétrole dans le monde s'est très notablement accrue par rapport à 1946 et surtout à 1938. C'est ainsi qu'elle est passée de 271 583 t en 1938 à 376 453 t en 1946 et 409 610 t en 1947. Le principal producteur est toujours de très loin les États-Unis, avec 250 000 t (contre 164 000 t en 1938) ; puis viennent le Venezuela avec 63 500 t (contre 27 000 t en 1938), l'U. R. S. S. avec 26 000 t, l'Iran avec 19 800 t. Seules sont en régression par rapport à 1938 la Roumanie (3 800 t contre 4 364 t) et surtout les Indes Néerlandaises (700 t contre 7 394 t par suite des destructions) causées par la guerre. On remarque l'apparition d'un nouveau producteur important, l'Arabie Séoudite, qui a extrait en 1947 plus de 12 000 t de pétrole, alors que sa production en 1938 était insignifiante, et qui vient actuellement au cinquième rang.

# A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

par V. RUBOR

## POSTE RADIO SUR MOTOCYCLETTE

**L**a compagnie américaine Harley-Davidson Motor a mis au point pour la police un tricycle à moteur portant un poste émetteur-récepteur de radio à modulation de fréquence, qui permet aux équipes mobiles de se tenir en liaison entre elles et avec leurs postes de commandement.

L'appareil de radio (Moto-

rola), qui pèse 12 kg et mesure 43 cm dans sa plus grande dimension, fonctionne sur la bande de fréquences comprise entre 152 et 262 mégacycles (1,975 et 1,85 m); avec une antenne de 50 cm seulement, sa portée est d'environ 25 km pour une puissance de 7 à 10 W.

Il est divisé en deux blocs : bloc récepteur et bloc émetteur; ses dimensions réduites sont obtenues grâce à l'emploi de tubes miniatures. Un stabilisateur à quartz permet un contrôle absolu de la longueur

d'onde à 0,002 % près, quelles que soient les variations de température; il sert à la fois pour l'émission et la réception.

Aux avantages des très hautes fréquences, qui sont l'absence de fading et la traversée des armatures métalliques de ponts ou de constructions en béton armé — qui constituent autant de zones de silence pour les ondes longues et moyennes — la modulation de fréquence ajoute l'indifférence presque totale aux parasites atmosphériques (orages, éclairs) et industriels

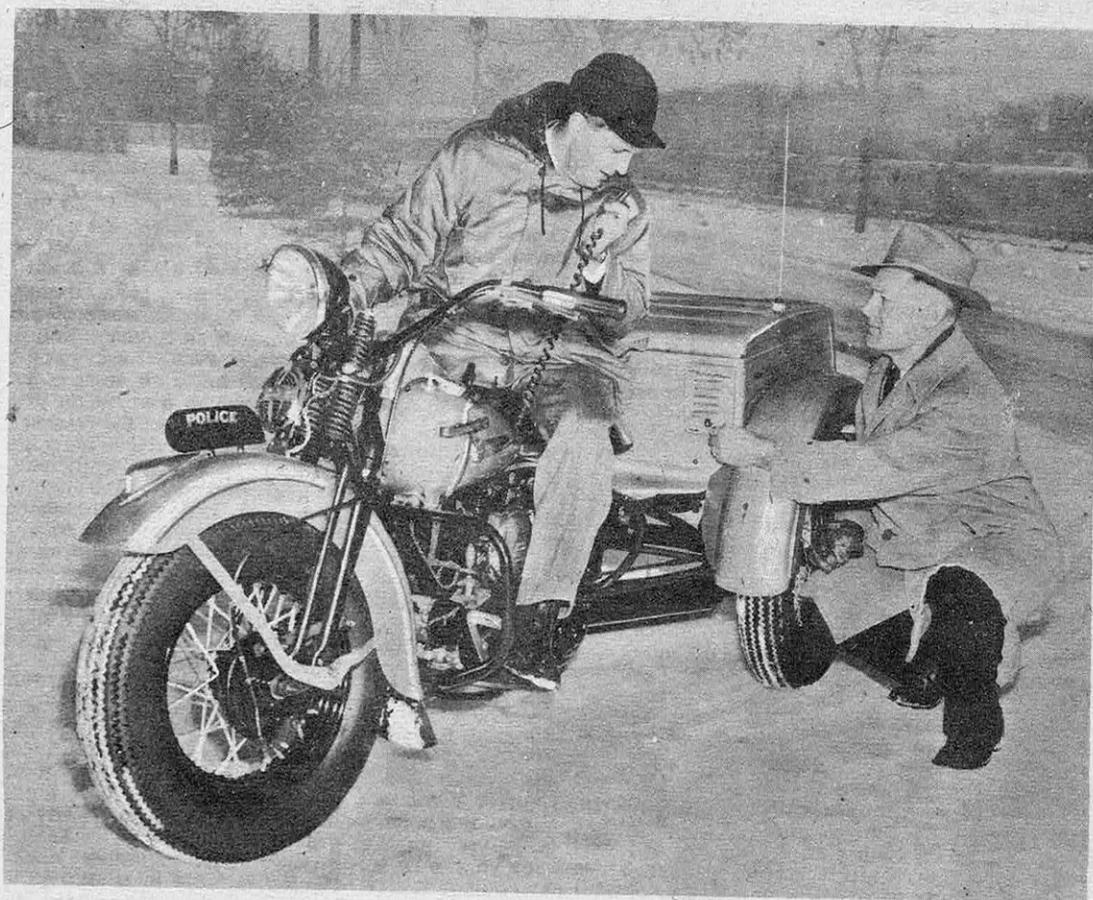


FIG. 1. — LA MOTOCYCLETTE RADIOPHONIQUE DE LA POLICE AMÉRICAINE

Le conducteur tient à la main le microphone, qui porte le contacteur émission-réception; on aperçoit sur la face antérieure de la caisse de véhicule le haut-parleur et les boutons de réglage.

(machines électriques, trolleys de véhicules, allumage des automobiles, etc.).

En service normal, le récepteur est branché et fonctionne en haut-parleur; il suffit au conducteur du véhicule de presser un bouton sur le microphone pour passer sur l'émission; dès qu'il cesse d'appuyer sur le bouton, le récepteur fonctionne de nouveau.

## CONTAGION PAR LES VOIES RESPIRATOIRES

**C'**EST à la fin du siècle dernier que les médecins ont découvert que certaines maladies pouvaient être transmises par de minuscules gouttelettes émises par la bouche et les voies respiratoires d'un homme qui parle, qui tousse ou éternue.

Cette cause de contagion est une des plus difficiles à combattre et, si nous avons appris à éviter dans une large mesure la transmission des maladies par contact direct, ce n'est guère que dans les salles d'opérations, où les précautions d'asepsie sont poussées à l'extrême, que le chirurgien et les infirmières portent un masque qui arrête les germes émis par les voies respiratoires.

Des expériences effectuées en Allemagne, à Iéna, avant et pendant la guerre, puis plus récemment à Berne (Suisse), ont pourtant montré que les possibilités de transport des microbes par des gouttelettes liquides en suspension dans l'air n'étaient nullement négligeables.

La technique des chercheurs allemands partait d'un principe analogue à celui de l'ultramicroscope: celui-ci permet d'apercevoir sur un fond noir, à la manière des étoiles sur le ciel, des particules ultramicroscopiques puissamment éclairées par un faisceau lumineux latéral dont elles diffusent la lumière. On peut utiliser à une échelle beaucoup plus grande le même dispositif pour mettre en évidence les fines particules suspendues dans l'air; c'est le dispositif qu'on réalise en fermant presque complètement les volets d'une pièce et en ne laissant entrer qu'un mince faisceau lumineux dans lequel on voit flotter des poussières qui seraient normalement invi-



FIG. 2. — PHOTOGRAPHIE DES GOUTTES DE SALIVE PROJETÉES DANS L'AIR PAR LA PRONONCIATION D'UNE CONSONNE (T) ET RENDUES VISIBLES PAR UN PRODUIT FLUORESCENT ABSORBÉ PAR LE SUJET EXPÉRIMENTÉ

sibles. Les expérimentateurs allemands faisaient parler une personne devant un faisceau lumineux convergent produit par un projecteur très puissant (près de 6 000 W), le foyer du projecteur se trouvant devant la bouche de la personne examinée alors que son visage restait dans l'obscurité. Ils étudiaient pour certaines consonnes particulièrement « dures » (k, t, etc.) le nombre plus ou moins grand de gouttes de salive projetées dans l'air. En observant et en photographiant des personnes bien portantes ou des malades atteints d'inflammation des voies respiratoires, ils constatèrent que ces derniers émettent en moyenne plus de gouttes de salive que les autres.

Mais la technique employée exigeait un matériel relativement assez coûteux et un chercheur suisse, Julius V. Ries, a imaginé une autre méthode, qui ne met en œuvre qu'un outillage beaucoup moins rare dans les hôpitaux, puisqu'il est surtout constitué par une lampe à ultraviolet. La personne à observer est placée devant un fond noir, et la

lampe à ultraviolet est placée derrière elle par rapport à l'observateur ou à l'objectif photographique, son faisceau irradiant toute la zone située en avant de la bouche. Immédiatement avant l'expérience, on lui fait boire un verre d'eau dans lequel on a versé un peu d'une substance fluorescente (extraite de l'écorce de marrons d'Inde). Dans ces conditions, les gouttelettes de salive acquièrent une belle luminescence bleue et inscrivent leur trajectoire sur la plaque photographique (le courant utilisé pour la lampe étant du courant alternatif, les trajectoires sont marquées par une suite de petits traits) (fig. 2).

Cette méthode a mis en évidence, sous la forme d'un halo lumineux, un brouillard de gouttelettes extrêmement fines, et sans doute microscopiques, qui reste beaucoup plus longtemps suspendu dans l'air, et qui doit jouer dans la transmission des maladies infectieuses un rôle beaucoup plus important que les gouttes de salive plus grosses qui tombent presque immédiatement par terre.

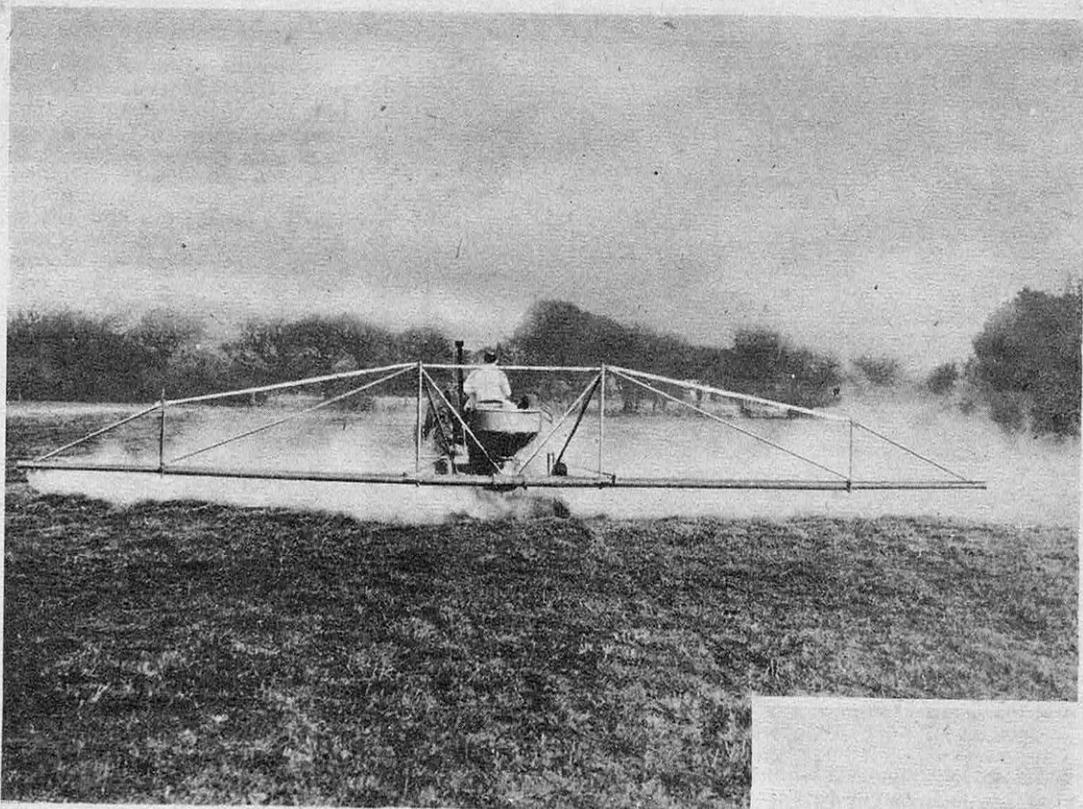
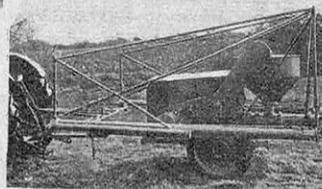


FIG. 3 ET 4. — LA POUDREUSE AGRICOLE « KLINGKLOUD »

*Le distributeur est assez long pour poudrer seize rangées de pommes de terre à la fois (Allman et Co). On voit, ci-dessus, la poudreuse en action dans un champ et, ci-contre, la même machine repliée pour la route.*



## UNE POUDREUSE AGRICOLE GÉANTE

Les photographies des figures 3, 4 et 5 représentent deux équipements d'une poudreuse agricole qui sert à projeter insecticides ou fongicides sur les champs, les vergers, les houblonnières, les vignes, etc.

La machine comporte une puissante soufflerie mue par un moteur à explosions et qui, en même temps, entretient dans la trémie contenant la poudre une agitation destinée à faciliter l'écoulement régulier du produit. Le courant d'air entraîne la poudre dans un large tuyau qui la conduit au distributeur.

Pour les champs, on utilise un très long tuyau distributeur comportant de nombreuses ouvertures, capable de poudrer simultanément seize rangs de pommes de terre (fig. 3) et qui, pour le transport, peut se replier le long de la machine (fig. 4). Pour les autres usages, on emploie un ou plusieurs

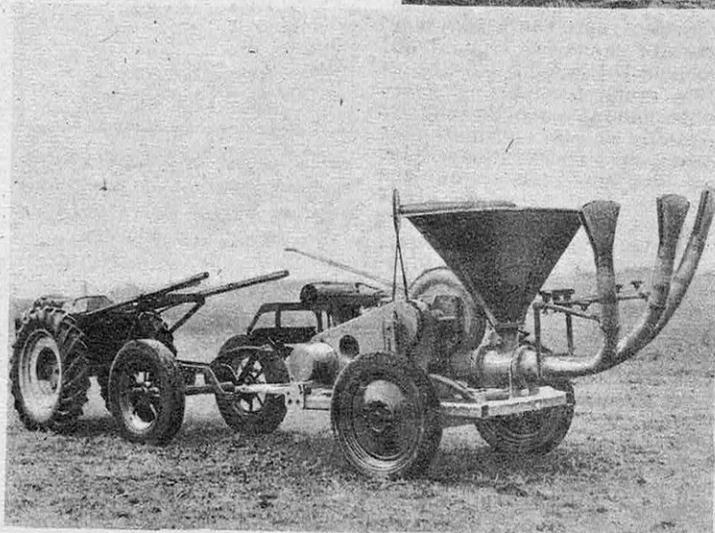


FIG. 5. — LA POUDREUSE AGRICOLE « KLINGKLOUD » MUNIE D'UN TRIPLE DISTRIBUTEUR EN QUEUE DE POISSON POUR POUDRER VERGERS, HOUBLONNIÈRES, VIGNES, ETC.

*Les capots protecteurs du moteur et de la courroie ont été enlevés pour montrer le mécanisme. Pour les grands arbres, palmiers, plantations de caouichouc, etc., on emploie de préférence un équipement comportant un seul distributeur en forme de queue de poisson.*

larges distributeurs en forme de « queue de poisson » (fig. 5).

Ces appareillages peuvent être substitués les uns aux autres en quelques minutes, et la machine est tirée à volonté par des animaux ou par un tracteur agricole.

## BOUCHON AUTOMATIQUE ET DOSEUR

UN inventeur lyonnais, M. Guinet, présente un bouchon automatique pour bouteilles ou flacons de toutes dimensions, qui offre divers avantages.

Il comporte une tête coulissante qui, lorsque la bouteille est droite, repose sur un siège incliné en entonnoir dont elle épouse la forme, obturant ainsi le flacon de façon étanche (des rainures circulaires peuvent augmenter l'étanchéité). Lorsqu'on incline le flacon, cette tête mobile glisse dans la partie fixe, laissant couler le liquide le long des rainures ménagées dans sa partie cylindrique; une butée ou un redent limite sa course pour l'empêcher de tomber hors du goulot. La partie fixe comporte une bordure fixe-gouttes de forme spécialement étudiée, avec un évidement du côté interne, pour que les gouttes s'écoulent vers l'intérieur, par effet de capillarité, quand on redresse la bouteille.

Ce système supprime donc toute manipulation puisque la bouteille s'ouvre automatiquement lorsqu'on l'incline et que son contenu reste protégé lorsqu'on la redresse. Le bouchon est construit en matière plastique pressée ou injectée, de préférence transparente et neutre comme le verre.

L'addition d'une masselotte, coulissant librement sur une tige qui rentre à frottement dur dans la tête mobile permet de régler à volonté la quantité de liquide s'écoulant chaque fois qu'on renverse la bouteille, de la façon suivante : la masselotte doit être de densité moyenne approximativement égale à celle du liquide (cette densité moyenne peut être réglée en forant dans la masselotte des évidements dont on obstrue l'orifice, ou en emboutissant plus ou moins sa partie inférieure, pleine, dans une partie supérieure évidée).

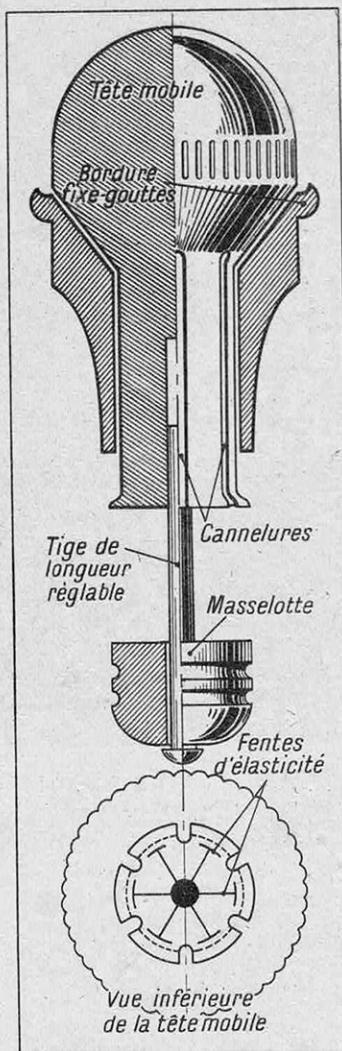


FIG. 6. — BOUCHON VERSEUR AUTOMATIQUE MUNI D'UNE MASSELOTTE POUR LE DOSAGE DE LA QUANTITÉ DE LIQUIDE DÉLIVRÉE

Lorsqu'on incline la bouteille, la masselotte est alors en équilibre statique dans le liquide dont le courant l'entraîne vers le goulot, tandis que les bulles d'air pénétrant dans la bouteille en passant entre la masselotte et le goulot tendent à retarder ce mouvement. Dans ces conditions, la quantité de liquide qui s'écoule avant que la masselotte ne vienne obturer l'entrée des rainures d'écoulement est à peu près fixe, quelle que soit l'inclinaison donnée à la bouteille et la quantité de liquide contenue dans celle-ci. La

quantité de liquide délivrée peut être réglée en enfonçant plus ou moins dans la tête mobile la tige qui limite la course de la masselotte, et la précision du dosage est bien suffisante pour les emplois usuels : dosage des apéritifs et des liqueurs dans les bars, dosage des lotions et alcools dans les salons de coiffure, etc.

## EXISTE-T-IL DES MICROÉLECTRONS ?

AUCUNE explication satisfaisante n'a pu être donnée jusqu'à aujourd'hui du phénomène de la « radioactivité bêta », c'est-à-dire des conditions dans lesquelles les corps émetteurs de particules bêta (électrons positifs ou négatifs) libèrent ces particules. Un noyau atomique, en émettant un électron, passe d'un niveau d'énergie bien défini à un autre niveau non moins bien défini, de sorte que l'électron devrait emporter toujours la même quantité d'énergie, correspondant à la différence entre ces deux niveaux. Or l'analyse du rayonnement bêta montre que les énergies des électrons s'étalent entre zéro et un certain maximum qui correspond bien, lui, à cette différence de niveaux. Plutôt que de renoncer au principe fondamental de conservation de l'énergie, des explications diverses ont été proposées. La plus couramment admise implique l'existence d'une particule supplémentaire, le *neutrino*, qui emporterait le complément d'énergie disponible, mais, étant dépourvue de charge électrique et de masse très faible (très inférieure à celle de l'électron), serait très difficile à mettre en évidence. Elle ne l'a pas été effectivement jusqu'à ce jour, et son existence reste donc à démontrer. Le physicien américain Jancey, d'autre part, crut mettre en évidence des particules bêta portant une charge double de celle de l'électron; mais son interprétation s'est révélée erronée. C'est maintenant le théoricien portugais A. Gião qui déduit de sa théorie cosmologique l'existence probable de particules électrisées dont la charge et la masse seraient plus faibles que celles de l'électron, environ la trente-deuxième partie. La théorie de Gião suppose,

lors d'une désintégration bêta, l'émission conjointe d'un électron ordinaire et de rayons gamma (électromagnétiques) de faible énergie (40 000 électrons-volts), en nombre tel que l'énergie totale soit constante et égale au maximum dont il a été question. Ces rayons gamma « mous » seraient capables de se matérialiser en « microélectrons ». Les expériences de M<sup>lle</sup> Vieira à Lisbonne et celles de M. Thibaud à Lyon ont, à un certain moment, retenu l'attention des physiciens que l'hypothèse du neutrino embarrasse, mais, en l'absence de toute autre confirmation expérimentale, l'espoir semble vain d'éclaircir de cette manière le mystère des spectres bêta.

## INDICATEURS DE NIVEAU ET RADIOACTIVITÉ

**L**es flotteurs qui indiquent la hauteur du niveau d'un liquide dans un réservoir sont, comme le savent bien les automobilistes, par exemple, assez capricieux. Leur liaison mécanique au cadran de bord est souvent défectueuse. D'autre part, des dispositifs électriques seraient en général assez dangereux par suite de la proximité de liquides éminemment inflammables et les engins pneumatiques exigent des conditions d'étanchéité difficilement et rarement réalisables dans la pratique.

Un nouveau procédé, qui présente un grand intérêt, a été mis au point aux États-Unis.

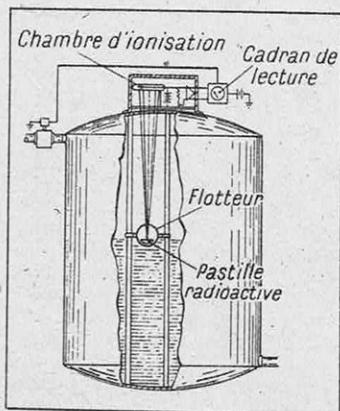


FIG. 7. — INDICATEUR DE NIVEAU A PASTILLE RADIOACTIVE (D'APRÈS SCHREIBER)

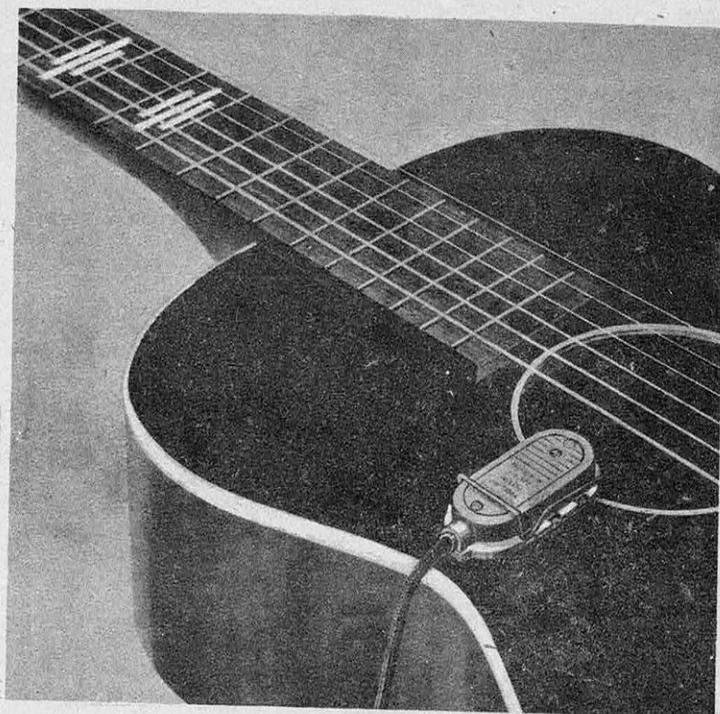


FIG. 8. — UN MICROPHONE DE CONTACT FIXÉ SUR LA TABLE D'HARMONIE D'UNE GUITARE (ELECTROVOICE)

Ce microphone mesure 60 mm dans sa plus grande dimension, 25 mm de longueur et 11 mm d'épaisseur; il pèse 50 grammes et se fixe au moyen d'une pince à ressort sur la table d'harmonie d'un instrument à cordes.

Un flotteur, libre de toute connexion mécanique avec un appareil indicateur ou enregistreur, porte une pastille radioactive. En un point situé au-dessus du chemin de glissement de ce flotteur, se trouve un appareil sensible aux rayons émis par ce radioélément. L'ionisation provoquée dans cet appareil est inversement proportionnelle au carré de la distance qui le sépare de la pastille. Il suffira donc d'étalonner un cadran mesurant cette ionisation pour lire directement l'indication de cette distance, c'est-à-dire du niveau du liquide, ou mieux encore le volume de combustible restant dans le réservoir.

Il est possible d'imaginer que cette chambre d'ionisation soit reliée à un appareil émetteur de radio qui lancerait des signaux à intervalles fixés à l'avance. Ces signaux, émis par un engin télécommandé, par exemple, seraient captés par des observateurs fixes et leur permettraient de connaître la consommation en combustible du propulseur de l'engin sans pilote.

## INSTRUMENTS DE MUSIQUE A AMPLIFICATION ÉLECTRIQUE

**O**n a souvent proposé d'amplifier les vibrations émises par un instrument de musique en lui adjoignant un microphone attachant un haut-parleur par l'intermédiaire d'un amplificateur.

Un inventeur, M. Makhonine, avait même construit un violon qui ne comportait pas de table d'harmonie, mais dont le chevalet était lié à la palette d'un pick-up (1).

Dans le même ordre d'idées, Miessner modulait un courant électrique suivant les vibrations émises par les cordes d'un piano en plaçant en regard de chaque corde une vis dont la tête plate formait capacité variable avec elle.

(1) Voir *Science et Vie*, n° 207 (septembre 1934), page 196.

Mais il s'agissait là d'instruments nouveaux, construits ou modifiés pour les adapter à l'amplification électrique. On peut, au contraire, amplifier d'une manière analogue les vibrations d'un instrument quelconque, en plaçant à son contact un petit microphone à cristal tel que celui représenté par la figure 8. Une pince élastique permet de le fixer en quelques secondes sur la table d'harmonie d'un instrument à cordes ou d'un piano sans apporter la moindre modification à l'instrument lui-même et sans le détériorer ni le rayer.

## COMBINÉ RADIO-PHOTO

RÉCEMMENT a été mis sur le marché, aux États-Unis, un appareil portatif (ses dimensions n'excédant pas 24 cm de hauteur, 12,5 cm de largeur et 9 cm d'épaisseur, et son poids 1 800 g en état de marche) qui est à la fois un récepteur de radio et un appareil photographique.

Le récepteur radio, du type superhétérodyne, comporte quatre tubes-miniatures et est alimenté par une batterie de 67,5 volts. Le cadre est monté dans le fond du boîtier; ses connexions, indépendantes des charnières, sont formées d'une part par un conducteur souple qui limite l'ouverture du couvercle du boîtier et, d'autre part, par un contact qui s'établit quand on ferme le couvercle. L'appareil photographique, qui occupe la partie supérieure du boîtier, a un objectif de 50 mm de distance focale et prend des vues de 25 x 37 mm

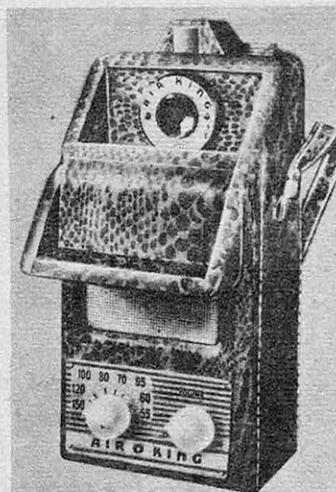


FIG. 9. — L'APPAREIL COMBINÉ RADIO-PHOTO (AIR-KING)

sur film ordinaire, en pose ou en instantané; le viseur, à vision directe, surmonte l'appareil.

## LES ŒUFS CUBIQUES

UN ingénieur du Massachusetts, Mr. David Adams, vient de résoudre de façon élégante le problème de l'emballage, du marquage et du transport des œufs, au moyen d'une machine qui, dans des conditions d'asepsie rigoureuses, casse les coquilles et remplace les œufs, individuellement, dans des enveloppes cubiques en matière plastique.

Ces enveloppes, en deux parties, sont fermées au moyen d'un ruban adhésif, fermeture absolument étanche à l'air.

Les dépenses occasionnées par cette métamorphose des œufs seraient largement compensées par les économies réalisées sur l'emballage, le volume de transport, les manipulations et par l'absence de casse au cours de transport.

## ROUTES ET COQUILLES D'HUITRES

DEPUIS 1938, la ville de Jacksonville, en Floride (États-Unis), utilise les coquilles d'huitres sur une grande échelle pour la construction des revêtements routiers dans les quartiers résidentiels. Ces revêtements sont constitués en mélangeant au sol sableux du calcaire pulvérisé, puis en répandant une couche de coquilles d'huitres épaisse de 15 centimètres, que le passage d'un rouleau compresseur ramène à 8 cm, en l'arrosant d'asphalte émulsionné et enfin en recouvrant le tout d'une mince couche de sable.

Le prix de revient de ce revêtement est particulièrement bas, et son entretien est peu onéreux. Il ne convient évidemment qu'aux voies où le trafic est peu intense. Les coquilles d'huitres sont extraites par dragage de la rivière Saint John, à une vingtaine de kilomètres en aval de la ville. La poussière calcaire utilisée pour stabiliser le sous-sol sablonneux s'obtient en pulvérisant ces mêmes coquilles. Cette poudre est d'ailleurs utilisée couramment dans la fabrication des pâtes pour volailles.

V. RUBOR

## NUMÉROS DISPONIBLES

1945 : 337, 338, 339. . . . .	à 20 frs l'exemplaire.
1946 : 340, 341, 343, 344, 345, 346, 347, 348. . . . .	à 20 » —
349, 350, 351. . . . .	à 30 » —
1947 : 352, 353, 354, 355, 356. . . . .	à 28 50 —
357, 358, 359, 360, 361, 362, 363. . . . .	à 30 » —
1948 : 364, 365, 366. . . . .	à 40 » —
367, 368. . . . .	à 50 » —
Numéros hors série : { Aviation 1946. . . . .	à 120 » —
{ Radio, Radar, Télévision. . . . .	à 120 » —

Adresser le montant de toutes les commandes au **C. C. Postal 9107 Paris.**

**RELIURES** brevetées France et Étranger « ACLÉ » pour six numéros, pages de garde cartonnées et titre au dos, 280 frs; clés de montage (utilisables indéfiniment), la paire 25 frs; frais de port recommandé pour deux reliures (une année) et emballage, 55 francs.

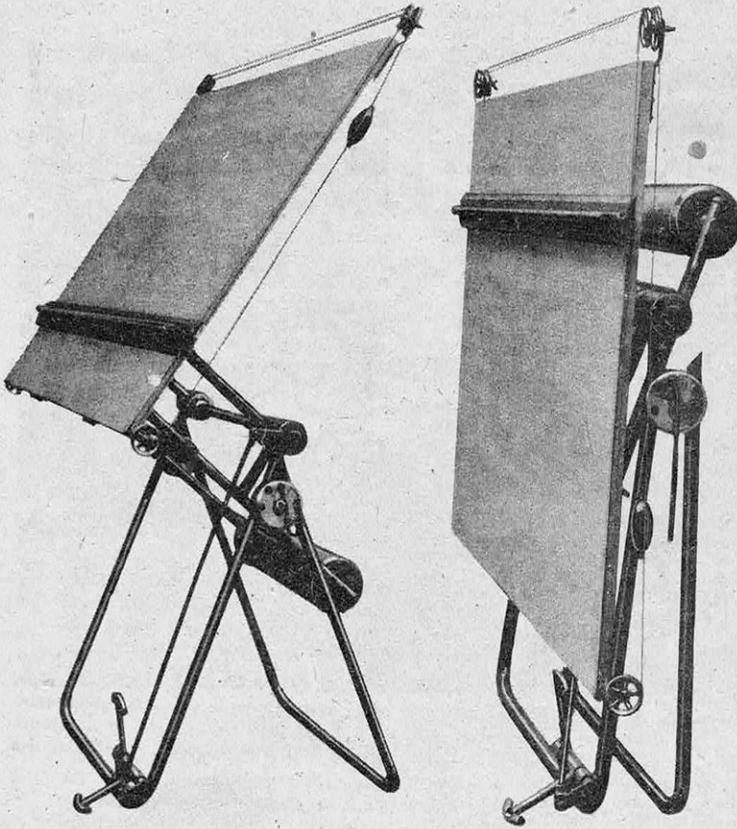
Adresser le montant de la commande au C. C. postal 1258-63 Paris.

*Demander le montant des frais de port pour les commandes supérieures à deux reliures.*

## LES INNOVATIONS EN MATÉRIEL DE DESSIN

présentées par F. DARNAY et C<sup>ie</sup>, ingénieurs A. et M. et I. C. F., spécialisés dans l'organisation et la fourniture des bureaux d'études depuis 1912.

UNE NOUVEAUTÉ : la table à dessin automatique "BLOC" métallique, pliante, équilibrée, équipée avec règle parallèle.



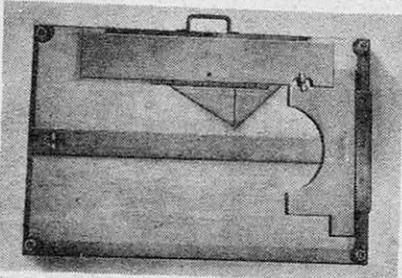
### Caractéristiques :

- la commande de l'inclinaison et de la montée se fait par une seule pédale ;
- le blocage se fait par billes sur rampes dans deux galets en acier trempé ;

il est garanti ;

- la table peut se replier dans le minimum d'espace ;

- prix avec planche :  
 $1^m,50 \times 1$  mètre ..... 16 000 fr.  
 $1^m,20 \times 0^m,80$  ..... 15 000 —



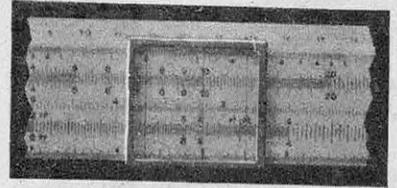
### PLANCHE PORTATIVE « INNOVATION »

$0^m,67 \times 0^m,45$  avec accessoires fixés au dos.

Prix avec té, équerres, triple dcm et volets articulés compris.

- Accessoires en poirier ..... 2 250 fr.
- en cellulo..... 2 800 —
- en plexiglas ..... 3 600 —
- Carton spécial..... 500 —

### RÈGLES A CALCUL EN PLEXIGLAS



Nous recommandons à tous les usagers les nouvelles règle à calcul en plexiglas opale de 25 centimètres — système Rietz — insensibles à l'humidité.

Avantages : — Elles ne sont pas collées, mais fraisées dans la masse.

Elles sont gravées, bicolores, à l'unité, sur des machines à diviser de grande précision. Elles sont, malgré leur supériorité, les moins chères.

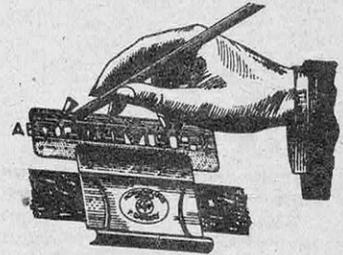
PRIX ..... 1 600 fr.

### RÈGLES A CALCUL CIRCULAIRES

SUPREMATIHC ..... 2 500 fr.

CALCULATEUR  
ROPLEX ..... 3 900 —

### « LE NORMOGRAPHE » trace lettres et chiffres.



En matière plastique, transparente, portant des découpures pour tracer lettres et chiffres, majuscules et minuscules. La plume spéciale est en laiton. Elle s'adapte sur tous les porte-plume.

Grosse économie de temps et d'argent.

Renseignements et prix sur demande.

### TOUTES LES FOURNITURES DE DESSIN

Pochettes de compas STAR.

Tous les articles de dessin en bois, cellulo et plexiglas, triple décimètre, quintuple, équerres, tés, etc.

Lampe spéciale pour le dessin.  
Instruments de mesure : mètre, double mètre, décamètres, pieds à coulisse, palmer, etc.

Catalogue franco sur demande :  
Établissements F. DARNAY et C<sup>ie</sup>,  
spécialistes du dessin, 7, rue Coypel,  
Paris. Téléphone Gobelins 56-56.  
Chèques postaux Paris 1965-90.

## CHRONIQUE GRENIER

**Bravo FOCA.** — Les objectifs allemands sont parfaits et n'avaient jamais été surpassés jusqu'à présent ; je n'hésite pas cependant à dire que l'Oplarex 1,9 qui peut maintenant équiper les FOCA 11 bis, est plus sensationnel que tout ce qui a été réalisé jusqu'à ce jour. Diaphragmé à 1 : 3,5, il donne une définition de 1/100 de millimètre au centre et la zone de parfaite couverture est très grande. Après essais comparatifs avec un Sonnar je répète bravo FOCA, bravo pour l'industrie française !

Voici encore quelques arguments décisifs : facilité de chargement, qualité du télémètre-viseur à oculaire unique, douceur du déclenchement, obturateur jusqu'à 1/1000, armement et entraînement du film couplés, objectif amovible, présentation et fini impeccable. Vous achetez donc un FOCA 11 bis (avec objectif 3,5 : 33 375 fr. ; avec objectif 1,9 : 49 110 fr.), mais vous l'achetez chez GRENIER, parce que GRENIER reprendra dans les meilleures conditions votre appareil actuel s'il est en bon état ; parce que GRENIER vous livrera tous les accessoires intéressants et de qualité (filtres, parasoleil, sac toujours prêt, système Prismor pour la reproduction et la photo des petits objets avec mise au point automatique), parce que GRENIER suivra de près vos premiers essais et vous donnera tous les conseils dont vous pourrez avoir besoin ; il vous fera le service de son bulletin d'information *Petit Format*.

Avec votre FOCA, vous ferez non seulement des paysages, des groupes, des instantanés à l'intérieur, mais aussi du portrait, de la photo de document, de la photo en couleur ; au laboratoire, le tirage des films pour la projection, l'utilisation de votre objectif pour l'agrandissement.

Vous aurez certainement le désir de faire vous-même vos travaux : c'est amusant, facile, plus économique et c'est le seul moyen d'obtenir des images répondant exactement à ce que vous désirez et qui reflèteront votre goût et votre personnalité artistique. Vous lirez les deux petites brochures que GRENIER a fait éditer pour vous, amateurs : *Développez-vous-mêmes* (80 fr.) et *Les Joies de l'agrandissement* (140 fr.), et soyez certain que le succès couronnera vos premiers essais. Naturellement, vous achetez du matériel de marque : l'agrandisseur Sommor standard est peu coûteux (4 200 fr., avec monture au pas de l'objectif Foca), peu encombrant livré en boîte, d'emploi facile et d'un très bon rendement. Avec le jeu de margesurs métallique Sermat (6 x 9, 7 x 10, 9 x 12 : 550 fr.),

vous aurez des épreuves bien régulières. Employez seulement des produits de qualité, Minigrain Sommor, dose pour six films : 81 fr. ; Durofix Sommor (fixage rapide, maximum huit minutes), dose pour vingt films : 72 fr. Apprenez à connaître les nouveaux produits : le super-mouillant Sommor (140 fr.), qui, à raison de quelques gouttes par bain de révélateur ou de lavage, donnera une attaque plus rapide et plus homogène de l'émulsion, réduira le temps de séchage, évitera les traces d'eau, l'essorage et l'essuyage des films, facilitera le glaçage des épreuves. Le Triazolor Sommor, (140 fr.), antivoile énergitique permettra de récupérer vos papiers périmés, même dans du révélateur à 30°.

## Quelques nouveautés.

**Filtres Sommor** de haute qualité, vert, coefficient 3 à 4 pour le rendu correct des couleurs ; rouge, coefficient 8 à 10 pour les effets spéciaux. Ces deux couleurs sont les plus intéressantes avec les émulsions panchromatiques modernes ; ils vous permettront des effets comparables à ceux que vous admirez dans les films (rappelez-vous *Sortilèges* et *Maria Candelaria*). Ils ont une surface légèrement bombée, preuve qu'ils ont été travaillés optiquement (de 16,5 à 27 mm pour cameras, de 28 à 42 mm pour photo : de 360 à 660 fr.).

**Posemètres à cellule photoélectrique.** — Les fabricants français commencent à sortir d'excellentes cellules : Réalt à double sensibilité, sur une seule échelle et lecture directe, par cadrans interchangeables : 7 050 fr. ; Chauvin Arnould, double sensibilité par volet protecteur : 6 950 fr. Elles sont indispensables pour le cinéma et la photo en couleur que nous espérons voir cet été.

**Visionneuse animée.** — Dispositif de vision par loupe et d'animation pouvant se monter sur une enrouleuse ordinaire. Pour 1 700 fr., vous monterez une visionneuse-enrouleuse très pratique (en 8, 9,5 et 16 mm).

**Film Kodak 35 mm. Plus X.** — Une émulsion rapide (30° S.) d'une finesse de grain, presque identique à la panatomic, 36 vues : 235 fr.

**Viseurs séparés — type Galilée,** permettant la visée à hauteur d'œil — fixation sur griffe standard ou pince Optonet — focales 105 mm pour 6 x 9, 75 mm pour 6 x 6 et 4,5 x 6, 35 mm et 90 mm pour 24 x 36 : 1 200 à 1 400 fr.

**Type sportif** pour appareil 6 x 9 (Kodak et Kinax) se fixant dans pas de vis déclencheur et rentrant dans l'appareil plié : cadrage parfait, même pour porteurs lunettes : 2 150 fr. Pour 24 x 36, viseur sportif focal

unique ou universel : 2 500 à 4 665 fr.

Toutes notices et tarif contre 9 fr. ou coupons réponse internationaux.

Demandez notre bulletin d'information n° 4.

**Conditions de vente.** — Prix indiqué sous réserve de hausse. Expéditions contre remboursement. Pour les colonies, paiement par virement postal préalable. Emballage et port facturés au plus juste prix. *Franco* à partir de 15 000 fr. (Métropole.)

GRENIER, 27, rue du Cherche-Midi (métro Sèvres-Babylone). Magasin ouvert tous les jours y compris le samedi et le lundi.

C. P. 1526-49-Paris.



## LONG CRÉDIT

Grands Supers à partir de 560 francs par mois. Au comptant à partir de 6 990 francs. Qualité « Label », garantie deux ans. Expédié franco en France et aux Colonies. Tous risques couverts. Catalogue gratuit sans engagement.

## TÉLÉSON-RADIO

Service S. V., 33, av. Friedland, Paris.

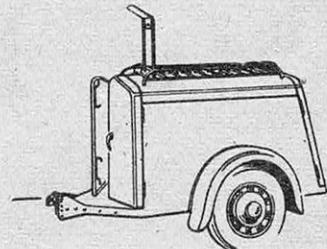
## LE PROBLÈME DU TRANSPORT

... A toujours été à l'ordre du jour, et, actuellement, il est nécessaire d'obtenir plus que jamais la meilleure utilisation des moyens existants. La



galerie de toit amovible O. L. D. se fixe instantanément aux carrosseries.

Cette maison construit également des porte-bagages, des malles de toit porte-vélos, porte-skis arrière, des remorques-fourgons métalliques de 400 et 600 kg ainsi que des marche-



pièdes adaptables aux Citroën et de splendides pare-chocs inoxydables O. LECANU, D, 51, rue Raspail, à Levallois (Seine). Tél : Pér. 01-29.

**L'ÉCLATRON : La lampe éclair électronique française**

Nous vous avons présenté, dans les derniers numéros de *Science et Vie*, les différents modèles d'appareils fabriqués par la Société ÉCLATRON.

- 1° L'ÉCLATRON REPORTAGE.
- 2° L'ÉCLATRON STUDIO.
- 3° L'ÉCLATRON AMATEUR.
- 4° L'ÉCLATRON PETIT STUDIO.

Voici un cliché type réalisé à l'aide du modèle PETIT STUDIO :

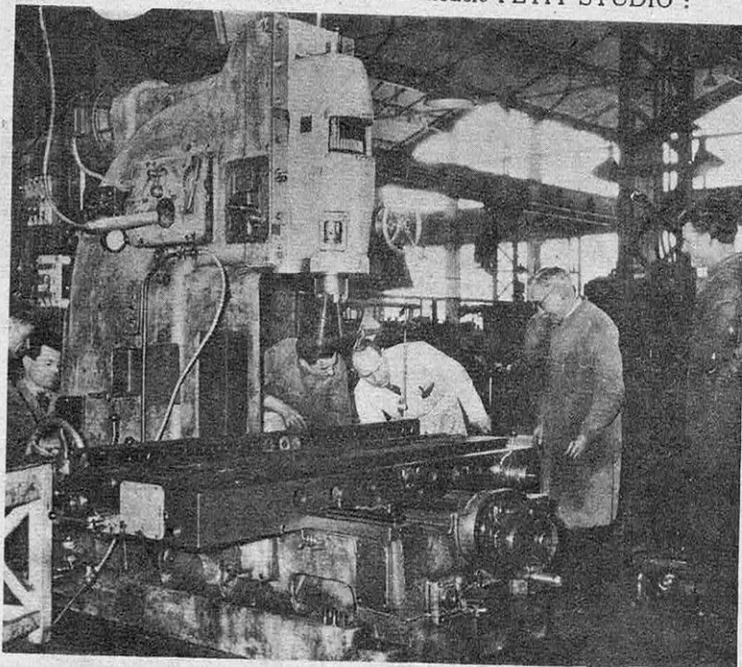
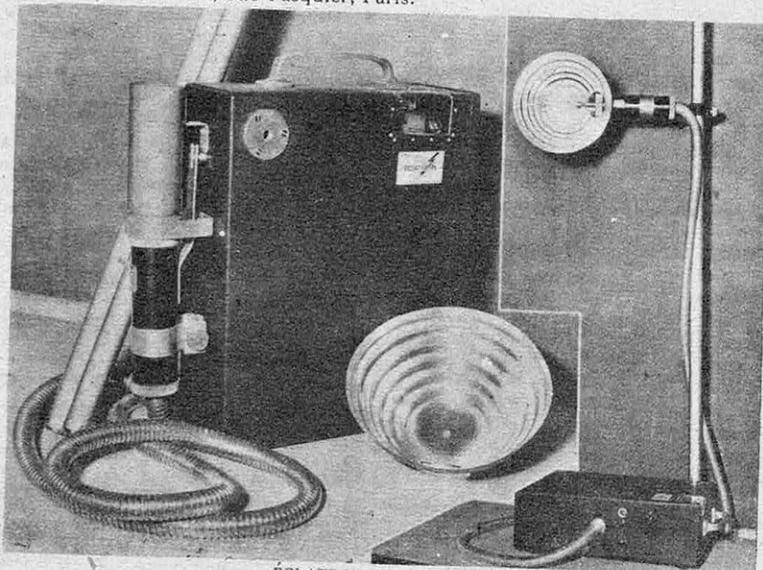


Photo G. LEFÈVRE-ÉCLATRON ROLLEIFLEX  
F. 5,6 au 1/15 000 de seconde.

L'ÉCLATRON PETIT STUDIO fonctionnant à volonté sur le secteur 110, 220 V ou sur accumulateurs, a été spécialement conçu pour le reportage industriel (machines en mouvement ou à l'arrêt). C'est un appareil léger (10 kg). Réflecteur 18 cm 40 000 000 lumens, éclair 1/15 000 toutes les dix secondes. Pour tous renseignements techniques ou commerciaux, s'adresser à la Société ÉCLATRON, 44 bis, rue Pasquier, Paris.



ÉCLATRON PETIT STUDIO  
POSITION DE TRANSPORT      POSITION D'UTILISATION

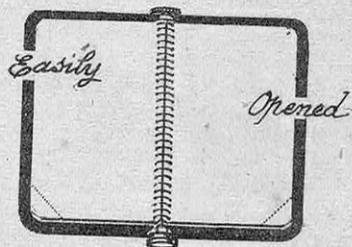
« COPONO-BOOK »

l'objet nouveau et utile qui a gagné l'Amérique, est l'auxiliaire obligatoire des hommes d'affaires.

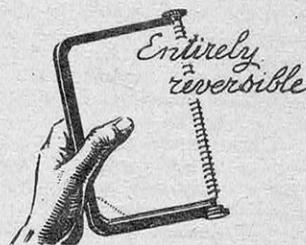
C'est la combinaison d'un portefeuille et d'un carnet de poche interchangeable, complété d'un porte-carte d'identité et d'un répertoire-adresses-téléphone.

Son immense succès est la consécration de la supériorité de ses qualités.

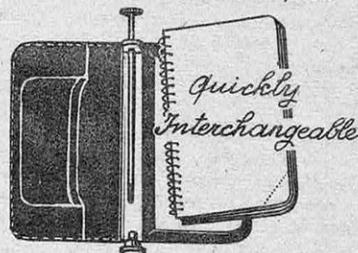
Sans effort...



Il reste « totalement » ouvert.  
Seul au monde...



permet la réversibilité complète.



Une simple broche assure l'interchangeabilité rapide.

Plus de papiers à perforations spéciales ; « COPONO-BOOK » est le seul qui utilise des blocs standard de vente universelle.

Finesse de la peausserie, netteté de la ligne donnent une présentation parfaite, raffinée, très moderne, qui justifient sa réputation actuelle auprès d'une clientèle toujours plus vaste, répartie dans le monde entier.

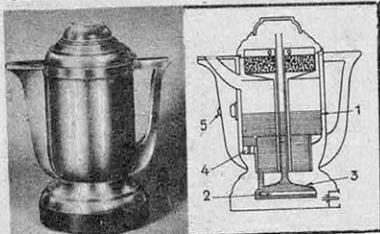
« COPONO-BOOK », Combined Pocket and Note-Book, est vendu chez tous les libraires, maroquiniers et papetiers.

Vente en gros exclusivement :  
Pour Paris : COPONO-BOOK, 28, place Saint-Georges. Tél. Tru. 95-01.  
Province : COPONO-BOOK, Boîte postale 103/10, Clermont - Ferrand. Tél. 27-37.

### LA CAFETIÈRE ÉLECTRIQUE AUTOMATIQUE CELT

pour les amateurs de vrai « moka ».  
Médaille d'or au concours Lépine 1946. Hors concours et membre du jury à la Foire de Paris 1947.

N'est-ce pas là la consécration des mérites, tant pour la conception que pour la réalisation de la CAFETIÈRE ÉLECTRIQUE AUTOMATIQUE CELT.



Elle réunit toutes les qualités de la cafetière la plus moderne : élégance, économie, rapidité, sécurité. En procédant par jets successifs d'eau bouillante sur le café, elle fait un « moka » d'un arôme incomparable.

**Caractéristiques :** à double paroi (système Thermos) (1).

— Résistance enrobée d'eau (2), accessible et amovible, donc aucune perte de chaleur.

— Chaudière rapide (3).

— Thermostat contrôlant la température et assurant la marche automatique sans surveillance (4).

— Fonctionne à la pression atmosphérique, aucun risque d'explosion.

— Température maxima du café : 80°, aucune altération de l'arôme.

— Contrôle de marche par voyant lumineux (5).

— Garantie un an.

— Consommation 400 W.

#### Mode d'emploi.

— Versez la quantité d'eau équivalente au nombre de tasses de breuvage que vous voulez obtenir et ajoutez une tasse d'eau supplémentaire pour le gonflement du café.

— Mettez la poudre de café dans le filtre; couvrez avec la grille; rabattez le couvercle.

— Branchez la lampe témoin s'allume. L'opération commence et se déroule automatiquement, sans aucune surveillance.

— La lampe témoin s'éteint : le breuvage est prêt. Débranchez l'appareil, attendez un peu et servez.

Présenté en métal poli et métal émaillé. C'est un cadeau qui réunit l'utile à l'agréable.

Prix franco : polie..... 6.000 fr.

Émaillée..... 6.600 fr.

Ces prix sont sous réserve des hausses en cours.

Notice contre 6 fr en timbres.  
H. Michel CARTEAU, 65, boulevard Sébastopol, Paris (1<sup>er</sup>).

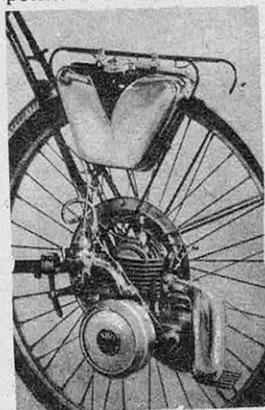
C. P. Paris 2634-29.

N. B. — A la commande, indiquer nature du courant et voltage.

### POURQUOI PÉDALER ?

Il est désormais superflu de vanter aux cyclistes les avantages considérables du moteur auxiliaire. Plus de 50 000 VAP sillonnent déjà les routes de France et de l'étranger en faisant apprécier à tous leurs performances et leur qualité.

Le dernier né, le VAP 4, apporte des améliorations très intéressantes. Le moteur se monte comme les autres modèles sur l'axe de la roue arrière, position aux nombreux avantages :



Les modifications essentielles du nouveau modèle portent sur le système de transmission par chaîne embrayage à friction qui permet d'arrêter la bicyclette sans stopper le moteur rendant ainsi la conduite en ville infiniment plus agréable, et l'allumage par volant magnétique qui remplace la magnéto et simplifie de la sorte la réalisation mécanique du moteur.

Toutes ces améliorations font du VAP 4 un moteur de conduite très agréable, d'entretien facile et d'un prix qui le met à la portée de tous.

### RÉUSSIR !

Pour obtenir une situation lucrative ou améliorer votre emploi actuel, votre intérêt est de suivre les cours par correspondance de l'E. N. E. C. Vous réussirez grâce à des méthodes d'enseignement modernes et rationnelles appliquées par d'éminents professeurs. Demandez l'envoi gratuit de la brochure que vous désirez (précisez le numéro).

Broch. 29.920 : Orthographe, Rédaction.

Broch. 29.921 : Calcul, Mathématiques.

Broch. 29.924 : Électricité.

Broch. 29.925 : Radio.

Broch. 29.926 : Mécanique.

Broch. 29.927 : Automobile.

Broch. 29.930 : Dessin industriel.

Broch. 29.933 : Sténo-Dactylographie.

Broch. 29.934 : Secrétariat.

Broch. 29.935 : Comptabilité.

Broch. 29.937 : C. A. P., B. P., Commerce.

Broch. 29.938 : Carrières commerciales

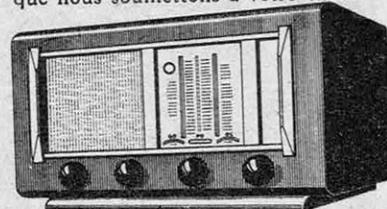
ÉCOLE NORMALE D'ENSEIGNEMENT

PAR CORRESPONDANCE  
28, rue d'Assas, PARIS (VI<sup>e</sup>).

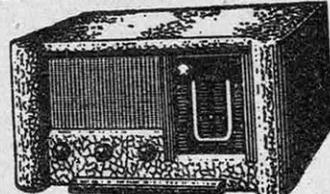
### DÉBUTANTS, AMATEURS PROFESSIONNELS RADIO UNE INNOVATION POSTES PRÉFABRIQUÉS

Quoi de plus attrayant, instructif et surtout économique, que de construire soi-même un bon récepteur de radio ?

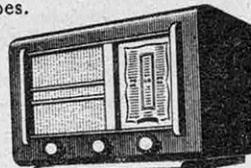
Grâce à notre nouvelle formule, ainsi qu'à nos notices et schémas détaillés, même un débutant est capable de monter lui-même et sans risques d'erreur, un des trois modèles que nous soumettons à votre choix.



Le R. P. 805. Modèle Lux, 6 lampes.



Le R. P. 804. Modèle Junior, 5 lampes.



Le R. P. 803. Modèle miniature, 5 lampes.

La Société des « RADIO PYPYRUS » est à même de vous fournir et de vous expédier rapidement tout le matériel nécessaire à la réalisation des trois ensembles prêts à câbler désignés ci-dessus. Matériel absolument neuf et garanti de première qualité.

Nous vous expédierons immédiatement, contre 20 francs en timbres, la notice et le devis de l'ensemble que vous aurez choisi. Spécialisés dans la fourniture de pièces détachées pour construction et dépannage.

Env. du catalogue avec prix contre 20 fr. (Voir Science et Vie d'avril.)

Établissements RADIO PYPYRUS.  
25, boulevard Voltaire, Paris (XI<sup>e</sup>).  
C. C. P. 2812-74. Métro Oberkampf.

### 35 A 40.000 FRANCS PAR MOIS

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



## L'OLIPHONE

L'OLIPHONE est un appareil d'enregistrement et de reproduction sur film magnétique. Des appareils de ce type ont été présentés aux Etats-Unis et ont connu une vogue extraordinaire, étant données les possibilités qu'ils ont ouvertes à tous les amateurs, à tous les industriels, commerçants, avocats, hommes d'affaires, reporters, etc.

Nous sommes fiers d'être les premiers en France à mettre sur le marché un appareil d'un prix modeste, d'une présentation impeccable, d'une robustesse à



toute épreuve, offrant une reproduction musicale qui donne satisfaction aux amateurs les plus difficiles.

L'OLIPHONE a été mis au point dans les laboratoires superbement équipés des Etablissements CHARLES OLIVÈRES, spécialiste du cinéma sonore, et cela explique pourquoi cet appareil possède toutes les qualités énumérées plus haut.

L'OLIPHONE permet à chacun de faire des enregistrements en partant soit d'un micro, soit de la radio, soit d'un pick-up. Il se présente sous divers aspects suivant l'emploi auquel il est destiné. Les bobines contiennent 1 000 m de film de 7 mm de large, donnant

plus de 40 minutes d'enregistrement. Immédiatement après son enregistrement, la bande peut être reproduite, elle peut être reproduite autant de fois qu'il sera nécessaire, la 1 000 reproduction aura exactement les mêmes qualités que la première; aucun bruit de fond n'apparaîtra dans le temps.

La bande pourra être effacée et réenregistrée en une seule opération, la manœuvre d'un bouton suffit. Elle pourra être enregistrée autant de fois qu'on voudra, sans qu'il ne reste jamais aucune trace des enregistrements précédents.

L'appareil rebobine lui-même en 75 secondes la bande de 1 000 m, la rendant prête à une nouvelle reproduction ou à un nouvel enregistrement.

L'OLIPHONE permet des mixages sur la bande, c'est-à-dire qu'on peut enregistrer un dialogue sur un fond sonore; pour cela, il faut enregistrer d'abord le fond sonore et ensuite faire l'enregistrement du dialogue, en évitant la « tête » d'effacement. Le fond sonore s'estompera légèrement tandis que le dialogue apparaîtra au premier plan.

Notice S. V. sur demande. Société OPELEM, 88, avenue Kléber, Paris (16<sup>e</sup>).

## UNE DOCUMENTATION DE TOUT PREMIER ORDRE

Sur simple demande, accompagnée de la somme de 15 francs en timbres, vous recevrez le catalogue général n° 12 de SCIENCES ET LOISIRS, la librairie technique la plus importante de toute la France. Ce catalogue de 80 pages (format 135 x 210) contient les sommaires de plus de 1 000 ouvrages sélectionnés parmi les meilleurs (technique, vulgarisation scientifique, utilité pratique).



Vous pourrez ainsi, sans recherches fastidieuses, et sans aucun dérangement, faire tranquillement votre choix chez vous, à tête reposée.

Quelle que soit la branche qui vous intéresse : Apiculture, Automobile, Aviation, Dessin, Electricité, Elevage, Jardinage, Mécanique, Modèles réduits, Médecine, Pêche et Chasse, Photographie, Radiesthésie, Radio et Télévision, Sciences occultes, Tra-

voux d'amateurs, Sports, etc., vous n'aurez que l'embarras du choix.

Expéditions des commandes France et Colonies dans les délais les plus rapides.

Librairie SCIENCES ET LOISIRS, 17, avenue de la République, PARIS (XI<sup>e</sup>) (métro République).

## UN ASPIRATEUR DE QUALITÉ

à deux fins : à la maison et pour la voiture, léger, robuste, tous courants. Rasoirs et miroirs électr. grossiers, moulins à café électr.. Notice S. V. sur demande : M. BLANC, 22, rue de Navarin, Paris.



## LOCAPILM

64, rue Turbigo, à Paris (Arch. 71-09), loue tous films PATHE-BABY 9,5 mm muets ou parlants pour patronages, écoles, familles.

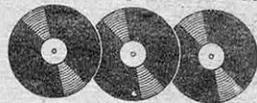
Vente suivant disponibilité de CAMERAS, PROJECTEURS, JOUETS SCIENTIFIQUES.

Filmathèque sur demande contre 40 francs en timbres poste.

## VOTRE DISQUE MET A TOUT MOMENT VOTRE MUSIQUE PRÉFÉRÉE A VOTRE DISPOSITION

Savez-vous que le disque n'est aujourd'hui qu'au coefficient 7 par rapport à 1938. C'est la plus économique des distractions. Profitez-en pour constituer une discothèque où vous conserverez les airs qui vous plaisent et que vous pourrez écouter à votre moment.

Les disques dont les prix varient de 165 à 275 francs peuvent s'acheter par petites quantités et la collection peut se faire par petites dépenses successives qui n'influent pas sur un budget.



Adressons catalogues contre 60 frs C. C. P. Paris 5854.51.

Classiques, anciens et modernes, opéras, opéras-comiques, danses anciennes et modernes, folklore, chants, musiques militaires, etc.

J.-S. BACH : *Fugue en ré* (Ot. Lewentger).

DE FALLA : *Le Tricorne* (suite de ballets).

RAVEL : *A la manière de*.

GOUNOD : *Faust* : « Roi de Thulé », « Air des Bijoux ».

ROSSINI : *Barbier de Séville* (Air de Figaro) : « Place au factotum ».

Henry LEGAY : Opérette *Maharadjah* : « Plus je te vois et plus je t'aime ».

FRIME : *Rose-Marie* (Sélection).

FUCIK : *Entrée des Gladiateurs* (Marche triomphale).

VERDI : *Othello* : « Que nul ne craigne »; *Aida* : Romance « O céleste Aïda... ».

BOURVILLE : *Le Bougie*.

PLANQUETTE : *Le Régiment de Sambre-et-Meuse*

MOUGEOT : *Auprès de ma Blonde*.

Louis MARIANO : *Je veux t'aimer, Andalouse, Olle Torero, Chant du Sereno*.

Ray VENTURA : *Maria de Bahia* (samba), *Sans vous*.

Henri LECAS : *Au Chili* (samba), *Cae Cae* (samba).

MARIUS : *La partie de cartes* (Raimu, Charpin, Vattier, Dullac).

## POUR VOS ENFANTS

*Le Dentiste et le Crocodile*.

*Le Matelot chez les Sauvages*.

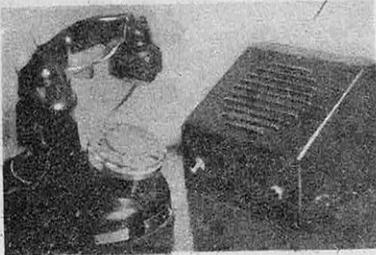
*Histoire de Blanche-Neige et des sept Nains*.

Commandez-nous les disques de la Méthode ASSIMIL, la meilleure méthode pour les langues étrangères.

Nous présentons, aiguilles semi-permanentes, 50 faces. Pick-up s'adaptant à la place du diaphragme de votre phono, Album 12 disques. Brosses à disques. Phono en très belle valise. Microphone de très haute fidélité. Amplis de sonorisation. CLERY CITE, 4, rue de Cléry, Paris. Métro Sentier. Tél. : Louvre 82.25.

## NOUVEAUTÉ DANS L'INTERCOMMUNICATION.

Les Établissements PROMOTEC, détenteurs des Brevets C. PÉLISIER, fabriquent en série un modèle d'interphone à amplification entièrement nouveau, le PROMOVOX.



D'un volume très réduit, plus petit qu'un téléphone, fonctionnant sur tous courants, avec une consommation pratiquement nulle et seulement pendant l'écoute. Mise en fonctionnement instantanée par lampe à chauffage direct. C'est le premier appareil de ce genre permettant la parole et l'écoute sans aucune manœuvre.

Sans installation spéciale, permet de relier : une pièce à une autre, un bureau à un autre, la chambre de malade à la cuisine, le cabinet du médecin à son infirmière, le bureau au magasin, le directeur à sa secrétaire, une maison à l'autre, la chambre noire du photographe à sa boutique, l'appartement au magasin, etc., etc...

Il s'adresse donc, en définitive, aux commerçants, aux industriels, aux personnes privées.

Prix de l'ensemble des deux appareils : 13 500 fr., toutes taxes comprises.

Envoi contre remboursement, port et emballage en sus.

Les Établissements PROMOTEC fournissent également un poste central avec deux ou trois satellites.

PROMOTEC, 31, Champs-Élysées, Paris (VIII<sup>e</sup>). BAL. 50-73, ELY. 84-58 et la suite.

## VOULEZ-VOUS

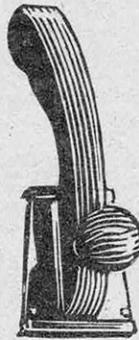
### UNE SITUATION

d'avenir dans ces activités :

Agriculture, Automobile, Assurances, Aviation, Banque, Cinéma, Colonies, Commerce, Comptabilité, Dessin industriel, Économats, Édition, Électricité, Exportation, Fiscalité, Forêts, Froid, Hôtellerie, Hôtesse de l'Air, Journalisme, Marine, Mécanique, Météorologie, Mines, Police, Publicité, Secrétariat, S. N. C. F., Topographie, Transports, Travaux publics, T. S. F., Emploi d'État (2 sexes), etc... Demandez le *Manuel des Carrières* n° 507 et Conseils. Document unique. École au Foyer, 39, rue Denfert-Rochereau, Paris (21 ans de succès).

## COMME UN PROFESSIONNEL...

Grâce au Grattoir SKARSTEN, vous remettrez à neuf vos parquets, vous raclez les portes, fenêtres et tiroirs qui coinent. Vous gratterez les vieilles peintures, les courroies de cuir, les colles, etc...



Modèle "UNIVERSEL"  
Frs : 394

L'appareil, en bois verni, monté avec un porte-lames mobile en acier chromé muni de deux lames en acier spécial trempé, permet tous les usages.

C'est le grattoir parfait pour l'amateur et le professionnel. Il ne nécessite aucun réglage. La lame peut se réaffûter plus de cent fois avec une lime douce. Pour la remplacer, il suffit de la faire glisser du porte-lame.

Il existe 5 autres modèles depuis 97 fr.

Les Établissements du METALFIX, 32, rue de l'Avenir, à Clichy (Seine) vous communiqueront l'adresse d'un dépositaire, si votre quincaillier ne vend pas encore cet article.

## « POLARÖIDS » FILM

Examens en lumière polarisée.

Remplacement des « Nicol » en Spath. Microscopie - Saccharimétrie - Spectroscopie - Géologie - Photographie - Projection - Interférences - Suppression de l'éblouissement occasionné la nuit par les phares d'automobiles - Étude des tensions.

F. JANNY, ingénieur civil, Le Crès (Hérault).

## ÉCOLE FRANÇAISE DE COMPTABILITÉ

Cette école pratique les cours par correspondance.

Son programme d'enseignement s'étend sur quatre mois, temps suffisant pour comprendre à fond la comptabilité. Les résultats obtenus confirment l'excellence de la méthode Caténale, qui permet d'apprendre vite en s'amusant.

Tous nos élèves deviennent nos amis. N'est-ce pas la plus belle référence pour une école ?

Demandez la documentation gratuite n° 2493. École française de Comptabilité, 91, avenue République, Paris. Préparation aux examens officiels d'État.

## LE MODÈLE RÉDUIT DE CHEMIN DE FER

Le petit train est entré depuis quelques années dans une phase nouvelle. Si la petite machine en fer blanc a toujours la vogue chez les enfants, il existe de très beaux trains, copies exactes de leurs grands frères... et leurs parents !

Les Maquettes Jop, la Maison du Train, 16 bis, avenue d'Assas à Montpellier (Hérault), vous offrent un choix complet de trains-jouet est de maquettes à tous les prix. Que vous désiriez un train JEP, LR, BLZ, HORNBY, etc., ou une belle maquette, n'hésitez pas à leur demander conseil. Catalogue complet illustré S.V. contre 60 francs en timbres ou versement au Compte 251-30 Montpellier.

POLLIN, 16 bis, avenue d'Assas, Montpellier.

## REFLEX, L'APPAREIL A DESIGNER LE MIEUX COMBINÉ

Vous permet de TOUT COPIER, AGRANDIR, RÉDUIRE.

Notice franco C. A. FUCHS Constructeur THANN (Ht-Rhin)



## SI LE Dessin TECHNIQUE L'AUTOMOBILE LA MÉCANIQUE L'ÉLECTRICITÉ

vous intéressent, demandez à l'ÉCOLE CENTRALE DE MÉCANIQUE (Cours par correspondance)

8, avenue Léon-Heuzey, Paris (XVI<sup>e</sup>), son instructive notice-programme intitulée



adressée gracieusement sur demande.



Des moteurs à explosions et des moteurs électriques que vous ferez fonctionner vous seront remis pour vos études.

ATTENTION : L'École offre gratuitement à tous ses élèves une boîte de compas et un matériel de dessinateur.



**LES CARRIÈRES DE L'AUTOMOBILE A LA PORTÉE DE TOUS**

L'enseignement par correspondance des **COURS TECHNIQUES AUTOMOBILES** permet chaque année à des milliers de jeunes gens de se créer une situation intéressante dans l'industrie et le commerce de l'automobile. Pourquoi ne feriez-vous pas comme eux ?

A la ville, à la campagne, dans l'armée, les spécialistes connaissant la technique des moteurs sont recherchés.

N'attendez pas pour suivre l'enseignement par correspondance des **COURS TECHNIQUES AUTO.**

Toutes les carrières de l'automobile : Motoriste, mécanicien - chauffeur, électricien-réparateur, employé ou magasinier de garage, vendeur représentant en automobiles, etc...

Préparation au service militaire dans l'armée motorisée.

Conduite, entretien et dépannage des tracteurs agricoles.

Autorails chemin de fer de France et des Colonies.

Mécanicien-dépanneur des P. T. T.

**COURS TECHNIQUES AUTO**

r. du D<sup>r</sup>-Cordier, St-Quentin (Aisne). Renseignements gratuits sur demande.

**GAGNEZ PLUS !**

Créez-vous situation indépendante sans quitter votre emploi. Avec nouvelles méthodes américaines vous pouvez sans risques ni gros capital avoir « votre affaire » ou doubler rendement de celle que vous possédez. Demandez captivante brochure gratuite. **PILL 3a**, rue Buzelin, Paris (XVIII<sup>e</sup>).

**DANS CINQ MOIS VOUS SEREZ COMPTABLE**

(Traitement : de 10 000 à 25 000 fr.)

4 MOIS suffisent pour faire de vous un bon *Secrétaire Sténodactylo* (traitement jusqu'à 15 000 fr.) grâce aux célèbres cours par correspondance de **L'ÉCOLE PRATIQUE DE COMMERCE**, 31, av. A.-Briand, Lons-le-Saunier (Jura).



Actuellement, le nombre des emplois offerts aux anciens Elèves de l'École dans le Commerce, l'Industrie, les Administrations, etc., en France et aux Colonies, est bien supérieur à celui des candidats disponibles. Dem. broch. illustr. grat. n° 2210.

**DEVENEZ EXPERTS EN PLASTIQUES**

Nos cours par correspondance vous donneront la formation théorique et pratique dont vous avez besoin pour appliquer les toutes dernières méthodes américaines de production et de transformation des plastiques. Renseignements : **INSTITUT DE PLASTIQUES MONTREAL**, 4487, rue Saint-Denis, Montréal, Canada.

**AVIS IMPORTANT AUX MÉCANICIENS AUTO**



Pour connaître à fond toute l'automobile (tourisme, P. L., tracteurs, mécanique, électricité, réparations, organisation du garage), utilisez les services E. T. N. de documentation automobile et de perfectionnement professionnel.

En quelques mois, chez vous, sans déranger vos occupations, ils feront de vous un spécialiste hautement qualifié et « à la page ».

Vous qui voulez faire mieux et gagner davantage, demandez la notice illustrée gratuite G 6 à l'E. T. N. « l'École Spéciale d'Automobile », 137, rue du Ranelagh, Paris (XVI<sup>e</sup>). A Bruxelles, 20, rue Charles-Martel. A Neuchâtel, Gorges 8.

LA MODE-L'ILLUSTRATION-LA PUBLICITE-LA DECORATION-LA MOD

Graquis de notre élève Paul Cèze



**Quelle joie de créer !**

**Soyez un Artiste**

**APPRENEZ UN METIER D'ART**

La Décoration, la Mode, la Publicité, l'illustration sont des métiers qui s'apprennent tout comme les autres.

Vous aussi vous pouvez devenir

**dessinateur et peintre**

grâce à l'incomparable Méthode par Correspondance de **L'ÉCOLE INTERNATIONALE** : Voir, Comparer, Traduire.

Renseignez-vous aujourd'hui même en demandant le nouvel album en couleurs de l'E. I. Joignez à vos noms et adresse, 20 Frs à votre gré pour tous frais.

Adressez votre lettre à :

**L'ÉCOLE INTERNATIONALE**

(SERVICE SV 86)

MONTE-CARLO (MONACO) ou 49 bis Avenue Hoche PARIS 8<sup>e</sup>

LA MODE-L'ILLUSTRATION-LA PUBLICITE-LA DECORATION

LA MODE-L'ILLUSTRATION-LA PUBLICITE-LA DECORATION

**JEUNES GENS III**  
 sans quitter votre emploi actuel  
**ASSUREZ VOTRE AVENIR !**  
**CHOISISSEZ UNE CARRIÈRE REMUNÉRATRICE !**

**LA RADIO** manque de spécialistes dans

**L'ARMÉE, L'AVIATION, LA MARINE  
 L'INDUSTRIE, LE COMMERCE, L'ARTISANAT**

SUIVEZ NOS COURS PAR CORRESPONDANCE

DEMANDEZ NOTRE documentation GRATUITE N° 45. COURS TOUS DEGRÉS. Préparation aux DIPLOMES OFFICIELS PLACEMENT ASSURÉ

VOUS RECEVREZ GRATUITEMENT LE MATÉRIEL nécessaire au montage d'un RECEPTEUR MODERNE QUI RESTERA VOTRE PROPRIÉTÉ

**LARADIO LARADIO**

**JEUNES GENS ! devenez comptables agréés**  
 COURS DE TOUS LES DEGRÉS  
 PRÉPARATION AUX DIPLOMES OFFICIELS  
 DEMANDEZ notre DOCUMENTATION GRATUITE N° 48

**ÉCOLE PRATIQUE  
 D'APPLICATIONS SCIENTIFIQUES**

39, RUE DE BABYLONE — PARIS-VII<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  
 ou Sous-Ingénieur.

**DOCUMENTATION GRATUITE**



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

33, rue VANDEMAELEN à BRUXELLES-MOLENBEEC K

**Un Laboratoire sur votre Table**

C'est ce que nous vous offrons avec un enseignement complet sur

**LA RADIO, LA TÉLÉVISION  
 LE CINÉMA, L'ÉLECTRICITÉ**

- Vous qui désirez vous faire une situation, confiez votre avenir à des ingénieurs spécialisés.

Certificat de fin d'études  
 Préparation aux carrières d'Etat.

Vous n'oublierez jamais ce que vous aurez construit de vos mains.  
 Tous les travaux pratiques de radio et d'électricité avec les 700 pièces de montage

Demandez aujourd'hui contre 10 Francs notre album SV **La Radio et ses Applications Métiers d'Avenir**

**L'ÉLECTRICITÉ ET SES APPLICATIONS**  
 • RADIO  
 • CINÉMA  
 • TÉLÉVISION



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

## Devenez JOURNALISTE !

Voulez-vous être REPORTER, RÉDACTEUR  
 — ou CORRESPONDANT DE PRESSE —  
 sportif, théâtral, cinéma, criminel, voyages ?

*Cette profession libérale vous sera accessible après avoir suivi les cours de*

## L'ÉCOLE TECHNIQUE DE REPORTAGE

8, boulevard Michelet  
 TOULOUSE

Enseignement par correspondance sans quitter vos occupations habituelles.  
 Documentation envoyée contre 10 francs de timbres.

## 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° 34620. **Classes secondaires complètes**, Baccalauréats.

N° 34621. **Classes primaires complètes**, Brevets.

N° 34622. **Enseignement supérieur** : Licence ès lettres, Droit.

N° 34623. **Cours d'orthographe**.

N° 34624. **L'art d'écrire** : Rédaction courante, Technique littéraire (Contes, Nouvelles, Romans, Théâtre, etc...) ; Cours de poésies, — et **L'Art de parler** : Cours d'éloquence, Cours de conversation.

N° 34625. **Formation scientifique** (Mathématiques, Physique, Chimie).

N° 34626. **Dessin industriel**.

N° 34627. **Industrie** : Préparation à toutes les carrières et aux certificats d'aptitude professionnelle.

N° 34628. **Radio** : Certificats de radio de bord (1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> classes).

N° 34629. **Comptabilité, Sténo-Dactylo** : Préparation à toutes les car-

rières et aux certificats d'aptitude professionnelle.

N° 34630. **Cours de couture** (la robe, le manteau, le tailleur) **et de lingerie** ; Certificats d'aptitude professionnelle.

N° 34631. **Carrières des P. T. T. et des Travaux publics**.

N° 34632. **Écoles d'infirmières et assistantes sociales, Écoles vétérinaires**.

N° 34633. **Dunamis** (Culture mentale pour la réussite dans la vie).

N° 34634. **Initiation aux grands problèmes philosophiques**.

N° 34635. **Phonopolyglotte** (Anglais, Allemand, Italien, Espagnol, par le disque).

N° 34636. **Dessin artistique et peinture** : Croquis, Paysage, Marines, Portrait, Fleurs, etc...

N° 34637. **Toute la musique** : Théorie, Solfège, Dictées musicales, Histoire, Étude des genres.

*Plusieurs milliers de brillants succès aux examens officiels.*

Parmi les carrières auxquelles prépare par correspondance l'**ÉCOLE DES SCIENCES ET ARTS**, il convient de faire une place particulière à la

### CARRIÈRE DE COMPTABLE

qui tente aujourd'hui, à juste titre, de nombreux jeunes gens et jeunes filles et qui offre les plus belles perspectives d'avenir.

Pour être prêt à occuper un poste d'**Aide-Comptable**, pour acquérir les connaissances nécessaires à un **Chef Comptable**, pour devenir un jour **Expert-Comptable**, suivez chez vous, sans déplacement, sans renoncer à aucune de vos activités, le cours par correspondance

## Argos - Comptabilité

Nul ne saurait honnêtement prétendre qu'une solide formation professionnelle peut s'acquérir sans un effort sérieux et prolongé ; mais nous pouvons vous assurer qu'aucune méthode ne vous permettra de l'acquérir aussi aisément et aussi rapidement que la **Méthode Argos**.

Elle supprimera les difficultés que certains enseignements surannés ont peut-être accumulés sous vos pas et qui vous ont fait croire à tort que vous manquez d'aptitudes. Elle vous exposera dans des entretiens familiers, dans un langage clair et vivant, des cas concrets que chacun peut immédiatement comprendre. Elle ne vous proposera que des exercices attrayants et dont vous verrez tout de suite l'intérêt pratique.

Elle vous épargnera toute perte de temps, vous mettra sous la direction des spécialistes les plus éminents, que vous aurez la faculté de consulter personnellement.

Par son efficacité pratique, par sa rapidité, par son prix, la **Méthode Argos** est, à tous égards, la plus avantageuse.

Elle constitue, pour qui le désire, le point de départ de la préparation la plus efficace au **Certificat d'aptitude professionnelle d'Aide-Comptable** (qui peut être abordée sans aucun diplôme, avec une bonne instruction primaire) et au **Brevet Professionnel de Comptable**, ce dernier exigé pour faire partie de l'Ordre des Comptables agréés et Experts-comptables.

Renseignements détaillés dans la brochure n° 34638 que vous recevrez gratuitement sur demande adressée à l'**ÉCOLE DES SCIENCES ET ARTS**, 16, rue du Général-Malleterre, Paris (16<sup>e</sup>).

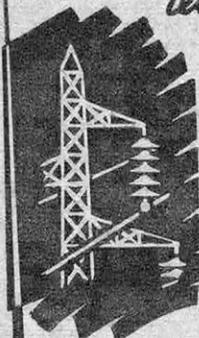
# LA TECHNIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ à la portée de tous

APPRENEZ

## L'ÉLECTRICITÉ

PAR CORRESPONDANCE

*Sans connaître  
les mathématiques!*



Tous les phénomènes électriques, ainsi que leurs applications industrielles et ménagères les plus récentes, sont enseignés dans le Cours Pratique d'Électricité sans nécessiter aucune connaissance spéciale en mathématiques. Chaque des manifestations de l'électricité est expliquée à l'aide de comparaisons avec des phénomènes connus par tous. Les formules de calcul sont indiquées avec la manière de les utiliser.

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, aux radio-électriciens, aux mécaniciens, aux vendeurs de matériel électrique et à tous ceux qui, sans études préalables, désirent connaître réellement l'électricité. Cette étude ne nécessite que quelques heures de travail par semaine.

Les professeurs attachés à chaque élève sont tous ingénieurs diplômés d'une grande école et ont une longue expérience des problèmes industriels.

Habités depuis plusieurs années aux méthodes d'enseignement mises au point par le Cours Pratique d'Électricité, ils guideront vos progrès et vous permettront de parvenir rapidement au terme de ces passionnantes études.

Demandez sans retard la documentation complète 58 F, en précisant si vous désirez suivre le Cours d'Électricité ou de Radio. Envoyez votre demande accompagnée de 12 francs en timbres au

★ ★ ★ ★ ★

## RADIO

Le Cours Pratique de Radio, entièrement remanié pour tenir compte des plus récentes mises au point de la technique américaine, est un remarquable instrument d'étude et de documentation. Il vous initiera aux problèmes de la réception, du dépannage et de la construction des postes. Les tableaux, schémas, courbes vous serviront pendant toute votre carrière. Le Cours Pratique de Radio est ouvert à ceux qui connaissent l'électricité, qu'ils aient suivi ou non le Cours Pratique d'Électricité.

## COURS PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ

222, boulevard Pereire, PARIS (17<sup>e</sup>)  
Belgique: 436, av. Dragman, BRUXELLES



*Un poste de radio  
gratuit*

Comme en 1937...

SEULE

L'ÉCOLE PROFESSIONNELLE SUPÉRIEURE fournit GRATUITEMENT à ses élèves le matériel complet pour la construction d'un superhétérodyne moderne avec LAMPES et HAUT-PARLEUR.

CE POSTE, TERMINÉ, RESTERA VOTRE PROPRIÉTÉ

Les cours TECHNIQUES et PRATIQUES par correspondance sont dirigés par GÉO MOUSSERON

Demandez les renseignements et documentation GRATUITS à la PREMIÈRE ÉCOLE DE FRANCE

**ÉCOLE PROFESSIONNELLE SUPÉRIEURE**  
21, RUE DE CONSTANTINE, PARIS (VII<sup>e</sup>)

ATTENDUE CHAQUE SAISON  
DEPUIS 18 ANS

L'ÉDITION 1948

*vient de paraître*



92 PAGES 21-27  
540 CLICHÉS  
103 TABLEAUX  
de CARACTÉRISTIQUES  
et...  
des schémas de  
super-chassis  
éprouvés

Seul  
CATALOGUE  
DU  
GENRE

POUR RECEVOIR CETTE  
DOCUMENTATION PERMANENTE  
DE LA RADIO

adressez 100 frs en mandat, chèque ou ch. post.

*N'oubliez pas...*

de mentionner votre Numéro de R. C. ou R. M.  
et de vous référer de ce journal.

**AU PIGEON VOYAGEUR**

252 bis, Bd. SAINT-GERMAIN · PARIS 7<sup>e</sup> · Ch. Post. PARIS 287-35



# AVEC VOUS *jusqu'au succès final!*

## JEUNES GENS,

Votre réussite à l'examen, au concours qui doivent vous permettre de réaliser votre ambition dépend de la qualité de l'enseignement que vous recevrez et de l'aide que vous apporteront vos professeurs : c'est dire l'importance de votre choix.

### *Choisissez votre Ecole*

#### LE CENTRE D'ÉTUDES TECHNIQUES

qui reçoit journallement depuis des années de ses nombreux élèves les témoignages de la plus vive satisfaction (visibles à nos bureaux),

RECOMMANDE A TOUS LES JEUNES

désireux d'acquérir une formation complète dans la spécialité qui les intéresse les écoles placées sous sa direction :

#### ● ECOLE GENERALE RADIOTECHNIQUE

**Formation des techniciens de l'industrie radioélectrique:** monteurs-dépanneurs, assinateurs, sous-ingénieurs, ingénieurs.

**D'opérateurs radiotélégraphistes :**

pour la marine marchande, l'aéronautique civile, l'armée, les colonies, les grandes administrations (Ministères : Air, Guerre, Marine, Intérieur, radio-police).

CERTIFICATS OFFICIELS de 1<sup>re</sup> et de 2<sup>me</sup> CLASSE et SPÉCIAL d'opérateurs projectionnistes : préparation aux brevets officiels.

#### ● ECOLE GENERALE AERONAUTIQUE

**Préparation aux brevets :** de pilote, de navigateur, de radio et de mécanicien navigant.

#### ● ECOLE GENERALE PHOTOGRAPHIQUE

**Formations de techniciens de laboratoire, de portraitistes** (opérateurs de studio d'art et de reporters photographes).

COURS DE PERFECTIONNEMENT

pour les professionnels et d'initiation pour les amateurs.

#### ● ECOLE GENERALE ADMINISTRATIVE

**Préparation au certificat d'aptitude professionnelle :** aide-comptable, au brevet professionnel de comptable et à l'examen préliminaire d'expert-comptable.

COURS ÉLÉMENTAIRES DE COMPTABILITÉ

à l'usage des petits artisans, des commerçants, des membres des professions libérales et des agriculteurs.

Aux fonctions de secrétaire-comptable et de correspondancier.

**Ces écoles doivent leur réussite à des professeurs particulièrement dévoués appliquant les méthodes les plus modernes et les plus adaptées pour les**

### ÉTUDES PAR CORRESPONDANCE

Quels que soient sa **résidence**, ses **occupations habituelles** et son **niveau d'instruction**, tout candidat peut donc sans **aucun déplacement**, dans un **minimum de temps** et **aux moindres frais**, effectuer les études nécessaires à une spécialisation technique dont dépendra tout son avenir.

#### INSCRIPTION A TOUTE ÉPOQUE DE L'ANNÉE

GRATUITEMENT et par RETOUR de COURRIER

vous recevrez en vous recommandant de Science et Vie, tous renseignements sur l'Ecole qui vous intéresse, et les programmes détaillés des Cours ayant retenu votre attention.

ÉCRIVEZ-NOUS

ÉCRIVEZ-NOUS

## CENTRE D'ÉTUDES TECHNIQUES

69, RUE LOUISE MICHEL • LEVALLOIS-PERRET (Seine)

SUR LE PAPIER  
LES TISSUS  
LE BOIS  
LES MAINS  
*avec*

# Erector

*On efface comme  
on écrit*



*Rene  
Ravo*