

SCIENCE ET VIE

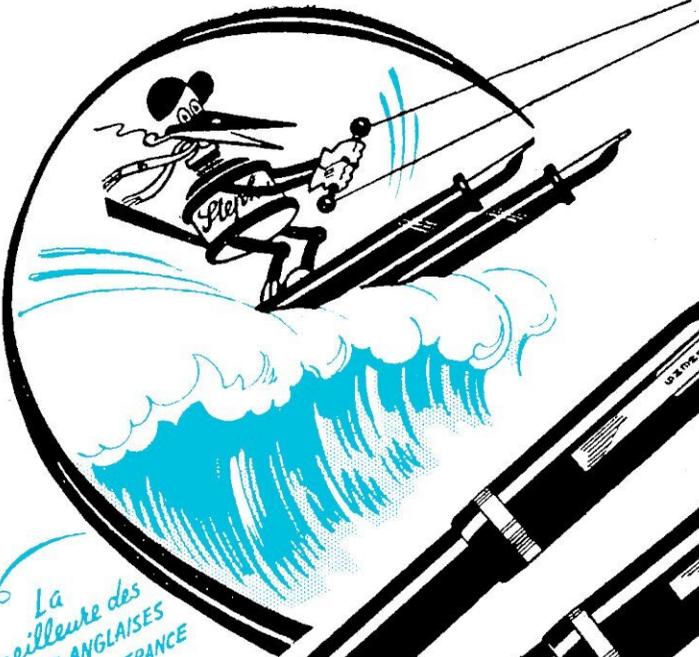
MARS 1948

N° 366

40 FRANCS



PIPO



rempli d'encre à **STYLO BLEU NOIR** ou **BLEU RADIO** extra fluide de luxe



La meilleure des ENCRE ANGLAISES fabriquée en FRANCE

STEPHENS' BILL
No 7 bis

No 1 a niveau visible

EXTRAIT DE PRESSE

Le système breveté du STEPHENS' ROYAL, en supprimant toute pression verticale, évite tout danger d'abîmer les bords de la plume. Un simple effort dans le plan horizontal immerger la plume dans l'encre, dévisser la tête du stylo, revisser et attendre cinq secondes: le stylo est rempli.

Stephens'

le stylo qui a du style



COMPAGNIE DES ENCRE
37, RUE DEGUINGAND
LEVALLOIS-PERRET
(Seine)

CH. LEMONNIER

PRODUCTION DOUBLÉE

ASFEUTROÏD
le feutre asphalté solide
BITUMOR
le carton bitumé souple
FEUTRE IMPRÉGNÉ
CHAPPE ASPHALTÉE
CIMENT VOLCANIQUE
MASTICS BITUMEUX et tous
les accessoires, CLOUS,
RONDELLES, COLLES, ENDUITS.

Tous les produits d'étanchéité

L'ASFEUTROÏD

le feutre asphalté solide

USINE ET SERVICE COMMERCIAL à MONTSOULT (S. & O.)

AVEC VOUS

jusqu'au succès final

RADIO-CINÉMA-AVIATION

JEUNES GENS... JEUNES FILLES...
Ces carrières modernes répondent bien à vos aspirations. Préparez-les en suivant nos cours **PAR CORRESPONDANCE**

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

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

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

ÉCOLE GÉNÉRALE PHOTOGRAPHIQUE
(Opérateurs de studios d'art, techniciens de laboratoires, reporters, photographes.)

PRÉPARATION aux Brevets officiels d'opérateurs projectionnistes.

Pour recevoir gratuitement la documentation de l'École qui vous intéresse, écrivez, en vous recommandant de Science et Vie, au



MONTEUR DÉPANNÉUR



INGÉNIEUR RADIO



OPÉRATEUR RADIO D'AVION



MARINE MARCHANDE ET PILOTAGE



OPÉRATEUR DE PROJECTIONS





CENTRE D'ÉTUDES TECHNIQUES DE PARIS

69, rue Louise-Michel, LEVALLOIS (Seine) — Tél. : Pereire 55-10

Mon seul regret!

c'est de ne pas avoir connu plus tôt
l'ÉCOLE UNIVERSELLE

nous écrivent des centaines d'élèves enthousiastes. Ainsi rendent-ils hommage au prestigieux enseignement par correspondance de la plus importante école du monde, qui vous permet de faire chez vous, en toutes résidences, à tout âge, 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 un temps record 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. 47.600 : ENSEIGNEMENT PRIMAIRE : Classes complètes ; préparation au C. E. P., Bourses, Brevets, etc...

Br. 47.601 : ENSEIGNEMENT SECONDAIRE : Classes complètes depuis la onzième jusqu'à la classe de Mathématiques spéciales incluse, Bourses, Examens de passage, Baccalauréats, etc.

Br. 47.602 : ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR : Licences (Lettres, Sciences, Droit), Professorats.

Br. 47.603 : GRANDES ÉCOLES SPÉCIALES.

Br. 47.604 : POUR DEVENIR FONCTIONNAIRE : Administrations financières, P. T. T., École nationale d'Administration.

Br. 47.605 : LES EMPLOIS RÉSERVÉS.

Br. 47.606 : CARRIÈRES DE L'INDUSTRIE, des MINES et des TRAVAUX PUBLICS : Certificats d'aptitude professionnelle et Brevets professionnels.

Br. 47.607 : CARRIÈRES DE L'AGRICULTURE et du Génie rural.

Br. 47.608 : COMMERCE, COMPTABILITÉ, INDUSTRIE HOTELIÈRE, ASSURANCES, BANQUE, BOURSES, etc. : Certificats d'aptitude professionnelle et Brevets professionnels.

Br. 47.609 : ORTHOGRAPHE, RÉDACTION, CALCUL, ÉCRITURE.

Br. 47.610 : LANGUES VIVANTES, TOURISME, Interprète, etc...

Br. 47.611 : CARRIÈRES de l'AVIATION MILITAIRE et CIVILE.

Br. 47.612 : CARRIÈRES de la MARINE de GUERRE.

Br. 47.613 : CARRIÈRES de la MARINE MARCHANDE (Pont, Machines, Commissariat).

Br. 47.614 : CARRIÈRES des LETTRES (Secrétariats, Bibliothèque, etc...).

Br. 47.615 : ÉTUDES MUSICALES : Solfège, Harmonie, Composition, Piano, Violon, Chant, Professorats.

Br. 47.616 : ARTS DU DESSIN : Professorats, Métiers d'art, etc...

Br. 47.617 : COUTURE, COUPE, MODE, LINGERIE, etc...

Br. 47.618 : ARTS DE LA COIFFURE ET DES SOINS DE BEAUTÉ.

Br. 47.619 : CARRIÈRES DU CINÉMA.

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

ÉCOLE UNIVERSELLE

la plus importante du monde

59, boulevard Exelmans, PARIS
Chemin de Fabron, NICE
11-12, place Jules-Ferry, LYON

COLLECTION SAVOIR

WILLIAM HAYNES

L'AGE DE LA CHIMIE

*Votre stylo ? Vos pneus ? Vos parfums ?
 Vos bas de nylon ? Matières synthétiques
 dont le mystère est percé dans ce livre
 attrayant.*

Un fort volume avec de nombreuses
 photographies. 300 fr.

Librairie Arthème FAYARD, Paris



Institut
PELMAN
Fondé en 1890

DEVENEZ UN HOMME DE VALEUR

**Vous le pouvez en 6 mois
 POUR 4.000 FRANCS**

à condition que vous appliquez une demi-heure par jour dans votre profession, vos études, votre vie privée, une méthode psychologique de renommée mondiale : la **Méthode Pelman**. Vous développerez ainsi scientifiquement, indiscutablement, toutes les qualités qui donnent compétence, autorité, et forcent le succès (dynamisme, assurance, capacité de travail, jugement, initiative, sens de l'opportunité, concentration, mémoire). La Méthode Pelman est enseignée par correspondance. L'abonnement peut être payé par mensualités.

Plus d'un million d'adhérents. Un nombre considérable d'entre eux ont conquis des situations de premier plan. Cinquante-sept ans de succès.

Demandez la brochure explicative N° VI-7 contre 20 fr., frais d'envoi, (Ch. P. : PARIS 601-49).

L'Institut Pelman édite aussi de précieux ouvrages de psychologie pratique et de culture générale. Aspects complémentaires de nos principes. (Voir page XVII).
INSTITUT PELMAN, 176, boulevard Haussmann, Paris.
LONDRES — DUBLIN — AMSTERDAM — NEW YORK
JOHANNESBURG — STOCKHOLM — MELBOURNE, etc.

DESSINER

DES MILLIERS ONT RÉUSSI
par la **MÉTHODE A. B. C.**

N'avez-vous pas dit souvent : « Si seulement je savais dessiner » ? Soyez-en persuadés : cette faculté, vous pouvez l'acquérir très facilement. La méthode A. B. C. de Dessin vous apprend à retrouver dans tout ce qui vous entoure les lignes, les courbes, les formes dont vous vous servez quotidiennement en écrivant. Elle vous montre comment les employer, comment



Remarquable portrait plein de vérité, exécuté avec finesse et habileté par un élève de nos cours par correspondance.

les unir l'une à l'autre pour représenter n'importe quel modèle par traits précis et fermes. Après, tout devient facile.

**SI VOUS SAVEZ ÉCRIRE...
VOUS POUVEZ DESSINER...**



Charmant croquis d'élève.

Grâce à cette étonnante méthode, vous pourrez chez vous apprendre tout seul à dessiner, non pas d'impersonnelles copies, mais de véritables croquis, des études d'après nature. Ce sera, pour vous, dès la première leçon, d'un intérêt passionnant. Et, si vous envisagez la vente de vos dessins, ils seront d'un rendement très appréciable.

NOUVELLE BROCHURE GRATUITE

Demandez la curieuse brochure illustrée (offerte gratuitement) où sont exposés les principes de cette nouvelle méthode (Joindre 12 fr. pour frais).

ÉCOLE A. B. C. DE DESSIN (Stu. F. 66)

12, rue Lincoln (Champs-Élysées), Paris (8^e)

Veillez m'envoyer, sans engagement, l'album de renseignements sur la méthode A. B. C. (Cijoint 12 francs pour frais).

- COURS POUR ADULTES (Rayez la mention inutile.)
- COURS POUR ENFANTS

NOM

ADRESSE

Pour la Belgique : 18, rue du Méridien, Bruxelles

Gilbert & Blanzzy-Poure

*Vous présentent
leurs crayons
mécaniques
CRITÉRIUM
pour le dessin
le bureau
l'atelier*

7

MODÈLES

avec

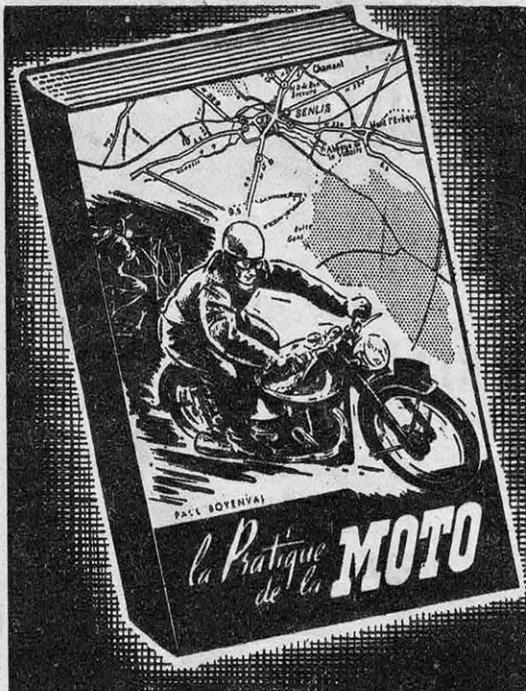
ÉTOUS de MINES SPÉCIALES
(GRAPHITE & COULEUR)



FABRICANTS EXCLUSIFS
DE LA PLUME

SERGEANT-MAJOR
ET DES CRAYONS
GILBERT

Enfin ! UN OUVRAGE COMPLET ET MODERNE SUR LA MOTO



Extrait de la table des matières :

- DÉFINITION ET CHOIX DE LA MOTO.
 - LE MOTEUR (Règles générales. Moteurs à 2 temps et à 4 temps. Cycle théorique et cycle pratique).
 - LA CARBURATION (Le carburateur. Réglage. Entretien et pannes).
 - L'ALLUMAGE (La magnéto. Démontage. Entretien et pannes. Réglage de l'avance. Allumage par batteries. Les bougies).
 - LA DISTRIBUTION (Les soupapes, commandes par tringles et culbuteurs ; l'arbre à cames ; les culasses ; réglage, entretien et pannes).
 - LE GRAISSAGE (Différents modes de graissage).
 - LES PIÈCES DU MOTEUR.
 - LA BOÎTE DE VITESSES (2, 3 et 4 vitesses. Bloc-moteur, boîte séparée. L'embrayage, le kick-starter).
 - LE CADRE.
 - LA FOURCHE.
 - LES ROUES.
 - LES ACCESSOIRES (Réservoirs, selle, guidons et commandes, garde-boue et éclairage).
 - SUR LA ROUTE (Circulation à deux ; les sidecars).
 - L'ÉQUIPEMENT.
 - COMMENT CONDUIRE.
 - CE QU'IL FAUT EMPORTER.
 - L'ENTRETIEN.
 - LE GARAGE (Réparations à faire soi-même ; entretien périodique).
 - LA COURSE ET LA MACHINE DE COURSE.
 - CE QUE PEUT DONNER VOTRE MOTO (Tourisme ; camping ; travail).
 - L'ACHAT DE LA MOTO.
 - TABLEAU DES PANNES.
- Un ouvrage format 135x210 mm. de 184 pages, nombreuses illustrations, couverture 2 couleurs. **PRIX FRANCO : 280**
Expédition immédiate contre mandat.

SCIENCES et LOISIRS

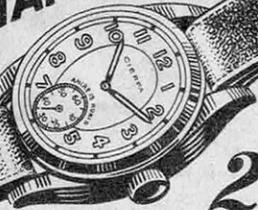
17, av. de la République, PARIS-XI^e
C. C. P. PARIS 3793-13

CIERPA-BESANÇON

A REPRIS SES
FABRICATIONS DE
HAUTE PRÉCISION

Le dernier cri de la perfection
L'ÉTANCHE A VIS

CADRAN
LUXE
RADIUM



20%

Prix du
Modèle
2.32
Net franco.

au dessous des cours sur
les 1.000 premières montres

MOUVEMENT HAUTE PRÉCISION
A ANCRE 15 RUBIS

ABSOLUMENT HERMETIQUE

Bracelet cuir véritable
envoi contre remboursement
ou mandat joint aux C^{des}

LES DIFFUSIONS

CIERPA

69, RUE ROCHECHOUART.
PARIS - 9^e.

Votre visite sera la bien venue

9 GAMMES

RÉCEPTEUR MÉTROPOLITAIN ET
COLONIAL 9 LAMPES
PUSH PULL

Dim. 62 x 38 x 33 cm

6 BANDES ONDES COURTES ÉTALÉES
19 circuits accordés. Cerveau électronique
HAUTE FIDÉLITÉ et RELIEF 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 175 fr.

RADIO - SEBASTOPOL

100, Bd SEBASTOPOL, PARIS

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

NOURRISSEZ VOS ARBRES -MAIS PAS LES MAUVAISES HERBES

7 KILO
D'ENGRAIS
POUR 100 KILOS
DE FRUITS

● Augmentez vos récoltes
en diminuant vos dépenses

Plusieurs milliers de PALS MAPIC en service, plus de 10.000 hectares de Vergers "mapiqués" prouvent l'efficacité de la méthode MAPIC : rendement augmenté, économie d'engrais, travail facile, résistance accrue des arbres aux maladies.

Le PAL INJECTEUR-DOSEUR MAPIC - le premier en date, est toujours le plus perfectionné.

Documentation 810
sur demande. Joindre
12 francs en timbres.

MAPIC, 100, bd Péreire, PARIS (17^e)
ETO. 07-54



MAPIC

" CRÉATEUR DE L'ENGRAISSEMENT SOUTERRAIN RATIONNEL "

AGRICULTEURS !
ARBORICULTEURS !

A temps modernes...
Technique moderne

POUR TOUS TRAVAUX DE DÉROCHAGE
DESSOUCHAGES — SOUS-SOLEMENTS
— IMPLANTATIONS DE FRUITIERS —

EMPLOYEZ :

L'EXPLOSIF AGRICOLE

ARGENTON-SUR-CREUSE (Indre)

Téléphone 3-57

Renseignements gratuits
au Comptoir d'Explosif du Centre

Des possibilités illimitées

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

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

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



ÉCOLE CENTRALE DE T.S.F.

12, RUE DE LA LUNE - PARIS

COURS DU JOUR, DU SOIR OU PAR CORRESPONDANCE

Demandez le Guide des Carrières gratuit

SPECIAL CAMPING

16. BOULEVARD VOLTAIRE. PARIS
11. COURS LIEUTAUD. MARSEILLE
17. Rue du MARECHAL JOFFRE. RENNES



Grand choix de
- TENTES - SACS A DOS -
- MATELAS PNEUMATIQUES
- SACS DE COUCHAGE
- LITS DE CAMP - USTENSILES
et VÊTEMENTS DE CAMPING

CANOÉS BOIS ET ALU-BLOC
KAYACKS PLIANTS
— ET RIGIDES —
BATEAUX DE PÊCHE, etc...

Tous les articles de sport :
TENNIS - PING-PONG
ATHLÉTISME - FOOTBALL, etc

VÊTEMENTS DE TOILE
BLOUSONS - WINDJACKS
— PANTALONS GOLF —
MAILLOTS DE BAIN
SWEAT-SHIRTS
IMPERMÉABLES

Catalogue S Camping
ou Vêtements contre 10 francs

Loctogonal
Sésame

construit
pour durer
consacré
par l'usage
de dix ans
est livrable
actuellement

avec mines noires
ou avec mines rouges

Sésame

S^t-CLAUDE (Jura)

J'ai fait en **DESSIN** DES PROGRES incroyables

Voilà ce que permet la méthode Marc Saurel à ceux qui consacrent deux ou trois heures par semaine à l'étude du cours par correspondance " LE DESSIN FACILE ".

Cette nouvelle méthode, inventée par Marc Saurel, le véritable créateur de l'enseignement par correspondance qu'il pratique depuis trente-cinq ans, utilise pour l'illustration du cours de magnifiques planches photographiques spécialement conçues dans un but éducatif, variant à l'infini les modèles proposés aux élèves. Tout est neuf, attachant dans cet enseignement qui ne ressemble à aucun autre et qui est passionnant de bout en bout.

" LE DESSIN FACILE " :
croquis, paysage, portrait, etc.

COURS SPÉCIAUX sur : Peinture, Illustration, Publicité, Dessin animé, Dessin industriel. Cours pour enfants de 6 à 12 ans.

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



Dessin d'élève



BON
SV 18

LE DESSIN FACILE

11, RUE KEPPLER, PARIS - 16^e

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-19 (Section dessin industriel) au

DESSIN FACILE

11, rue Keppler, Paris (XV^e).
(Joindre 12 francs en timbres.)

SOCIÉTÉ D'HORLOGERIE DU DOUBS

106, RUE LAFAYETTE - PARIS - Métro : Poissonnière - Gare du Nord



LA JOIE D'OFFRIR...

2513. **Forme sport**, boîtier chromé, fond acier inoxydable. **3.485.»**

Qualité luxe... **4.485.»**

Supplément pour verre optique **400.»**

2511. **Boîtier chromé**, fond acier inoxydable. **3.285.»**

Qualité de luxe. **3.585.»**

Supplément pour verre optique **400.»**

2520. **Boîtier très plat**, fond acier inoxydable. **1.900.»**

Qualité de luxe. **2.750.»**

2519. **WATERPROOF STAINLESS.** **2.997.»**

Qualité de luxe. **3.885.»**

2514. **Boîtier chromé**, fond acier inoxydable **3.485.»**

Qualité de luxe.... **4.885.»**

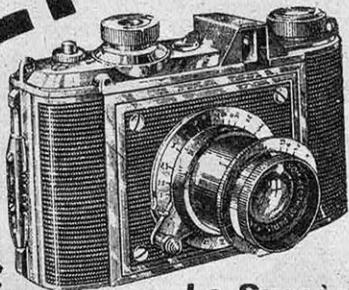
2516. **Boîtier chromé**, acier inoxydable, verre optique. **2.950.»**

Qualité de luxe.... **3.450.»**

la montre de qualité

Bulletin de garantie S. H. D. avec chaque montre.

LYNX



Le Succès

est certain, grâce au Lynx, le plus simple, le plus précis des appareils 3x4.

Corps métallique rigide ;
Objectif ultra-lumineux
"Flor" Berthiot F/3,5 ou F/2,8 ;
Obturateur focal à 1/500°

Pour tous les amateurs
L'APPAREIL IDEAL

Notice L 6 sur demande

PHOTO-RAYLU

8, Avenue de la G^e-Armée, PARIS

LES INVENTIONS MATHÉMATIQUES LAFAY rendent tout calcul facile

Elles s'adressent à tous : *Écoliers, Commerçant, Ingénieurs, etc.* Contre 15 francs envoi de notices avec table facilitant déjà bien des calculs.

Parmi ces inventions pour calculs courants :

LES HÉLICES A CALCUL fournissent instantanément des résultats bien plus précis que les règles à calcul. Nombreux modèles dont trois pour calculs courants :

N° 1. Modèle de poche. Prix : 300 fr.

N° 2. Très précis, échelles log de 2,50 m sur cylindre 4 cm diamètre, 20 cm de haut. Prix : 500 fr.

N° 2 bis. De mêmes dimensions et prix que le n° 2, il est moins précis (échelles log de 1,25 m), mais très lisible, convient aux débutants.

Toutes ces hélices sont livrées avec notices et étuis. Supplément de 50 fr. pour notices relatives aux calculs trigonométriques.

LES TABLES DE MULTIPLICATION, d'une conception toute différente de toutes celles éditées jusqu'à présent, fournissent en quelques pages d'utilisation commode des résultats que les autres, sous forme de gros volumes coûteux et encombrants, n'arrivent pas à donner.

1° *Table scolaire*. Prix : 30 fr.

2° *Table commerciale* paraîtra courant 1948.

Une *Grande Table de multiplication* en 100 pages est en préparation. Dans l'exécution des multiplications et divisions, son emploi surclassera nettement celui des grosses machines à calculer.

Les commandes accompagnées de leur montant, plus frais d'envoi (30 fr. pour les hélices ; 15 fr. pour les tables de multiplication), sont à adresser à A. LAFAY, mathématicien à Neuville-sur-Saône (Rhône), C. C. Postal, Lyon 73-10.

Prière aux correspondants de se recommander de *Science et Vie* et d'écrire très lisiblement leurs nom et adresse.

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^e)

COUCOU CHANTANT EN RÉCLAME

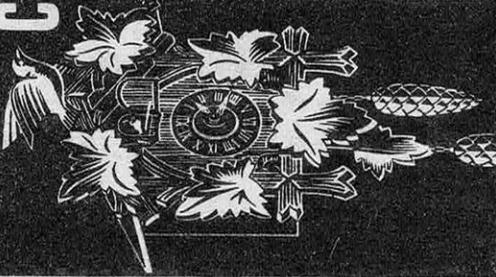
Nous mettons en vente un nombre limité de
VÉRITABLES COUCOUS CHANTANTS D'ALSACE
Riches sculptures, ornements pris dans la masse
Balancier régulateur, contre-poids pin doré

MODÈLE CHANTANT TOUS LES QUARTS D'HEURE
Grandeur naturelle 27 x 20 cm. Mécanisme garanti
de 1^{er} ordre par bulletin individuel **1.560 F.**
au prix publicitaire de

MODÈLE GRAND LUXE sonnant et chantant le nombre
d'heures, chaque sonnerie déclenchant l'ouverture de
la cage et faisant sortir le coucou, deux contre-poids
GRANDEUR NATURELLE 50 x 33 cm
au prix exceptionnel de
(Tous frais d'envoi, emb., assurances compris) **4.660 F.**

ENVOI CONTRE REMBOURSEMENT
REMBOURSEMENT INTÉGRAL IMMÉDIAT EN CAS DE NON SATISFACTION
Pour profiter de cette offre exceptionnelle, passez
vos commandes immédiatement, directement au service B

Horlogerie FRANCE-NEGOCE
13, rue Guy-de-la-Brosse, PARIS (5^e)
VISITEZ NOS MODÈLES SUR PLACE



En flèche du PROGRES AGRICOLE

Aux U.S.A., 15 années de recherches scientifiques par l'American Chemical Paint Co ont abouti à la mise au point de produits complexes à base d'HORMONES VÉGÉTALES synthétiques d'une efficacité reconnue :

FRUITONE

favorise la pollinisation, évite la coulure, empêche la chute prématurée des fruits.

ROOTONE

stimule les racines des boutures. Active la germination.

TUBERTONE

augmente le rendement des récoltes de pommes de terre.

TRANSPLANTONE

assure la reprise rapide des plants déplacés.

WEEDONE-WEEDUST

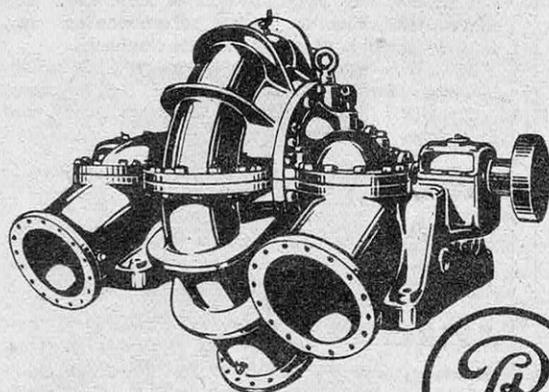
le premier desherbant sélectif.

Ch. G.

Fabriqués en France
sous licence de l'A.C.P. Co (U.S.A.)
par la :

COMPAGNIE FRANÇAISE DE PRODUITS INDUSTRIELS

Siège Social: 85, Rue R. Teissère, Marseille. Tél. D. 94-28 P.34-84. Usines: Marseille, Asnières.



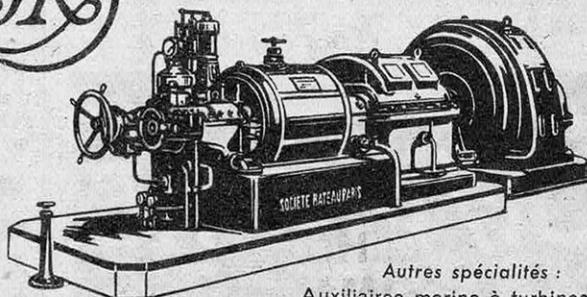
TURBINES A VAPEUR
ET TURBINES A GAZ
POUR TOUTES APPLICATIONS
POMPES CENTRIFUGES et AXIALES
COMPRESSEURS, SOUFFLANTES
ET VENTILATEURS
CENTRIFUGES et AXIAUX
COMPRESSEURS A PISTONS
ROBINETTERIE INDUSTRIELLE

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.)



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



707
STYLO A BILLE

**RECORD
 TECHNIQUE
 D'ÉCONOMIE D'ENCRE**

707

RECHARGE ASSURÉE
 cartouche d'encre de rechange,
 en vente chez tous les détaillants

707

ÉCRITURE RÉGULIÈRE
 un trait net, sans interruptions,
 ni bavures.

707

**GARANTIE DE LA MARQUE
 STYLOMINE**

707

STYLOMINE
 HONORE L'INDUSTRIE FRANÇAISE

ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL

152, Avenue de Wagram
 PARIS (17^e)

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.

BÂTIMENT 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.

SCIENCE ET VIE

Tome LXXIII - N° 366

Mars 1948

SOMMAIRE

- ★ Ports en miniature, par Pierre Chaumois..... 123
- ★ Quelques techniques révolutionnaires en photographie, par L.-P. Clerc..... 132
- ★ L'hémophilie, par A. Tétry..... 137
- ★ Les progrès de l'engin-fusée : de la V-2 au « Neptune », par Camille Rougeron..... 145
- ★ Télécommunications par fil et sans fil, par Louis Cahen..... 155
- ★ Les greffes de cornée, par Jean Cauvin..... 165
- ★ Radar et lignes électriques, par Jean Castellán..... 172
- ★ A côté de la Science, par V. Rubor..... 175



L'engin-fusée est, parmi les inventions apparues au cours de la deuxième guerre mondiale, une de celles qui bouleverseront le plus profondément les conditions d'une guerre future, en même temps qu'elle ouvre à la locomotion des perspectives absolument nouvelles. Tandis que l'armée américaine poursuit dans les déserts du Nouveau-Mexique ses essais sur la V-2 allemande, la marine américaine, qui considère ce type d'engin comme l'artillerie lourde de l'avenir, a déjà lancé des V-2 du pont du porte-avions *Midway*. Pendant ce temps, ses laboratoires de recherches développent une V-2 perfectionnée, la fusée « Neptune », qui, malgré ses dimensions plus petites, aura des performances doubles de celles de la V-2. La couverture de ce numéro représente les essais d'une fusée « Neptune » tels qu'ils seront effectués dans le courant de l'année 1948. Elle permet de juger de l'extrême finesse aérodynamique de cet engin qui doit atteindre une vitesse de 7 200 km/h, une altitude de 382 km et une portée de l'ordre de 400 km. (Voir l'article page 145)

« Science et Vie », magazine mensuel des Sciences et de leurs applications à la Vie moderne.
Administration, Rédaction : 5, rue de La Baume, Paris (VIII^e). Téléphone : Élysées 26-69 et Balzac 02-97.
Chèque postal : 91-07 Paris. — Adresse télégraphique : SIENVIE Paris.
Publicité : 24, rue Chauchat, Paris (IX^e). Téléphone : Provence 70-54.
Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays.
Copyright by « Science et Vie », Mars mil neuf cent quarante-huit.

ABONNEMENTS. — Affranchissement simple : France et Colonies, 400 francs ;
recommandé : 550 francs. — Étranger : 550 francs; recommandé, 750 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.



ÉTUDE SUR MODÈLE RÉDUIT DES BERGES DE LA LOIRE AU PONT DE MONT-LOUIS, PRÈS DE TOURS
Le problème consiste essentiellement à rechercher les dispositions à adopter pour éviter les érosions de la berge en amont du pont, côté rive droite.

PORTS EN MINIATURE

par Pierre CHAUMOIS

Créer un port était, jusqu'à ces dernières années, une entreprise fort incertaine. Quelles que fussent les précautions et les soins apportés à l'élaboration du projet et à sa réalisation, on ne pouvait se prémunir de façon certaine contre des risques terriblement onéreux : il pouvait arriver en effet que, sans cause apparente, le port fût constamment envahi par les sables, ou encore qu'un ressac trop important y vînt entretenir une agitation pénible et dangereuse. Pour prévoir ces inconvénients comme pour y remédier, le calcul en général reste impuissant, et l'intuition basée sur l'étude d'analogies très insuffisante. L'étude de maquettes dans lesquelles sont introduits des mouvements d'eau soigneusement établis pour reproduire les conditions réelles, y compris le transport de matériaux offrant les similitudes physiques nécessaires avec les sédiments de la côte étudiée, peut seule permettre d'établir en toute sécurité un projet d'installation portuaire sans risque de surprise désagréable lors de son achèvement. Les quelques millions engagés dans ces études sont largement compensés par l'économie de milliards annuellement dépensés, de par le monde, à des travaux de dragage offrant une singulière ressemblance avec le travail des Danaïdes.

DANS le préambule de son rapport au Congrès international de navigation qui eut lieu à Venise en 1931, l'hydraulicien américain Spencer Smith déclarait : « Personne ne connaît avec précision la cause des mouvements de sable et ne peut prévoir les attaques d'une côte. » Les exemples ne manquent pas, en effet, de ports sujets à envasement rapide.

L'un des plus typiques est celui d'Honfleur. Avant guerre, des dragages permettaient à ce vieux port normand de recevoir des cargos de moyen tonnage. Il aura suffi que, du fait de la guerre, ces dragages aient été interrompus pendant l'occupation pour provoquer en quelques années un envasement tel qu'il est possible que Honfleur ne connaisse plus, d'ici très longtemps, aucune activité portuaire. Des sondages effectués par le service des Ponts et Chaussées, il résulte en effet que la couche de vase qui encombre les bassins est épaisse de deux à cinq mètres.

Autre exemple : on a constaté que Port-Jérôme, situé sur la Seine, en amont d'Honfleur, s'était, en 1940, envasé de près d'un mètre en quatre mois !

On pourrait encore citer les exemples de Saint-Denis d'Oléron, de Zarzis (Tunisie) et d'Accra, en Gold Coast britannique.

Si certains ports sont sujets à l'envasement, d'autres le sont au ressac. La houle qui pénètre dans ces ports y entretient une agitation pénible et parfois dangereuse ; les amarres des navires y sont soumises à des efforts violents ; les bateaux roulent et risquent de se faire des avaries sérieuses en tossant contre les quais ; le va-et-vient des embarcations ne s'effectue pas sans difficultés ; le chargement et le déchargement des cargaisons ne vont pas sans risques.

Parmi les ports soumis à une forte agitation, le port de Casablanca, quoique de construction récente, présente un exemple caractéristique. Les bateaux y sont soumis, non seulement à un ressac fort important, mais à des mouvements de balancement d'une période de plusieurs minutes

qui provoquent fréquemment des ruptures d'amarres mettant les bateaux en danger.

Mais les ports ne sont pas les seuls ouvrages exposés à des inconvénients graves qui peuvent compromettre leur utilisation. On a constaté que les piles de certains ponts routiers ou de chemins de fer étaient l'objet d'affouillements pouvant mettre en jeu leur solidité. Comment combattre ces affouillements ?

La régularisation de certains fleuves pose aussi des problèmes d'hydraulique difficiles à résoudre. Veut-on pratiquer sur une rivière une saignée, une prise d'eau, soit pour alimenter un canal d'irrigation, soit pour faire fonctionner une usine hydroélectrique ? Des précautions sont à prendre pour éviter l'ensablement ou un transport trop important de sable en suspension.

On le voit : le domaine de l'hydraulique expérimentale est immense et s'étend tous les jours. Des intérêts considérables sont souvent l'enjeu des solutions que les hydrauliciens proposent. Réduisent-ils l'envasement d'un grand port ? Ce sont des dizaines de millions de francs qu'ils permettent d'économiser annuellement. À des échelles moins grandes, il en est de même des autres travaux qu'ils peuvent conseiller, ici pour supprimer l'affouillement des piles d'un pont, là pour atténuer à l'intérieur d'un port un ressac trop vif... C'est dire l'importance des études auxquelles ils se livrent et leur utilité pour le développement de la richesse des nations.

Les méthodes anciennes de l'hydraulique

Pendant très longtemps l'hydraulique a constitué une discipline intellectuelle essentiellement empirique. On se fiait au bon sens ou plutôt à ce qui passait pour l'être, en procédant surtout par comparaisons et confrontations d'expériences.

Voulaient-on créer un port ? On commençait à effectuer des reconnaissances hydrauliques très étendues et très minutieuses. On étudiait

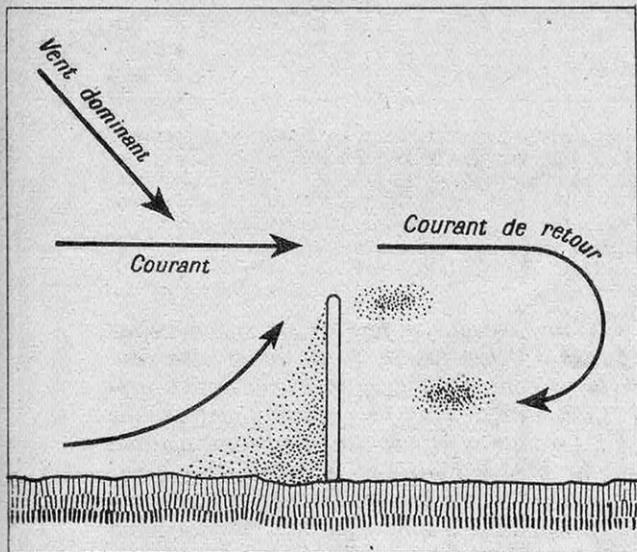


FIG. 1. — PERTURBATION DES COURANTS ET ACCUMULATION DE SABLE PAR SUITE DE LA PRÉSENCE D'UNE JETÉE OU D'UN ÉPI NORMAUX A LA COTE

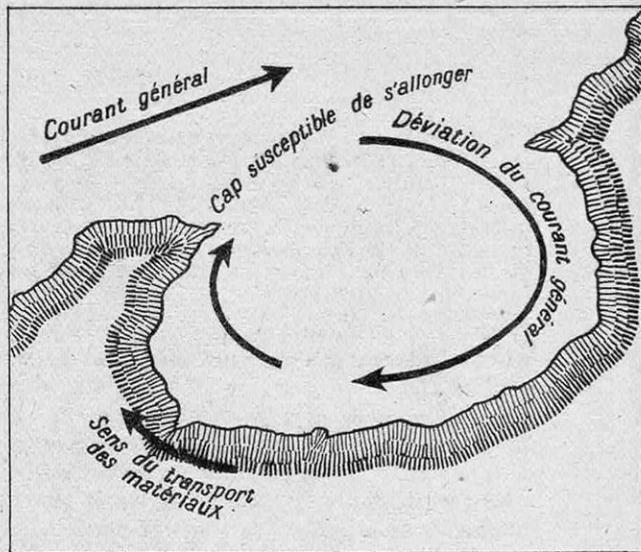


FIG. 2 — COURANTS SE PRODUISANT DANS UNE BAIE RELATIVEMENT FERMÉE

les cartes marines, non seulement les plus récentes, mais aussi les plus anciennes pour déterminer d'une façon aussi précise que possible le profil du fond et l'évolution qu'il avait subi au cours des âges. On essayait ainsi de se rendre compte de quelle façon il aurait tendance à se comporter à l'avenir.

On passait ensuite à l'examen très attentif du régime des vents. Le vent soulève la houle et lui impose sa direction : on voit immédiatement l'importance capitale qu'il y avait à connaître le lit du vent dominant pour établir l'orientation des môles, musoirs et jetées (1), tous ouvrages destinés à briser les lames et à

(1) Une jetée s'avance dans la mer vers le large ; une digue ou un môle protège l'entrée d'un port ; un musoir est la pointe extrême d'une jetée ou d'un môle.

provoquer, aux abords de l'entrée, une zone de calme relatif.

La détermination du lit du vent dominant s'imposait aussi pour l'orientation de l'entrée du port et du chenal d'accès. Il fallait, en effet, faire en sorte que ce vent dominant n'enfilât pas directement ce chenal d'accès ni qu'il soufflât tout à fait de travers. Recevant la mer de l'arrière, les navires gouvernent mal et « cassent » plus difficilement leur erre ; d'autre part, les lames qui s'engouffrent entre les jetées, surtout si ces dernières sont parallèles, peuvent créer, à l'intérieur du port, une agitation ou un ressac absolument intolérables. Un vent dominant traversier n'est pas moins gênant : les navires, dans un tel cas, risquent d'être drossés contre les ouvrages du port et de subir de graves avaries.

Une fois déterminé le régime des vents régnants, les ingénieurs chargés de la construc-

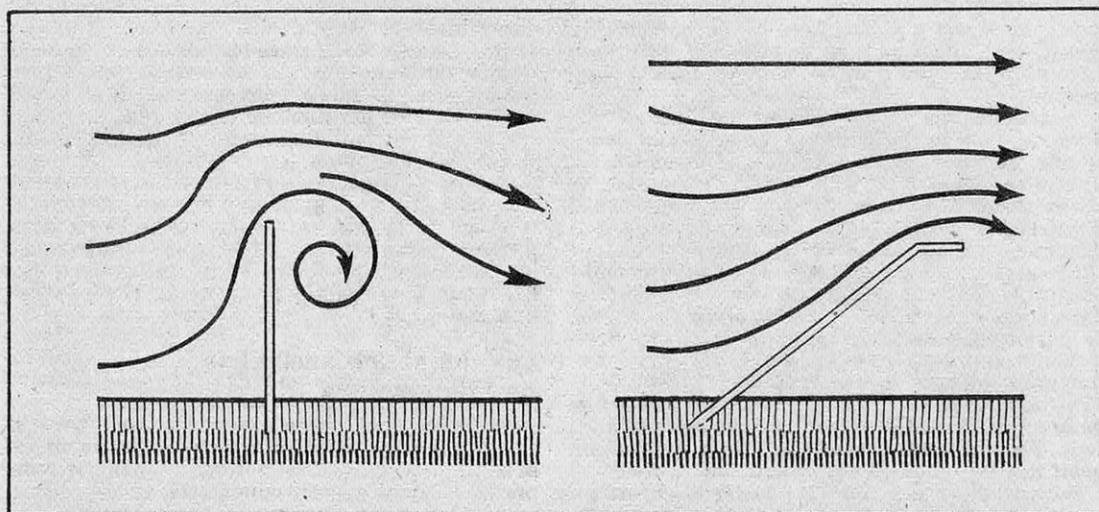


FIG. 3. — EN REMPLAÇANT UNE JETÉE CONSTRUITE PERPENDICULAIREMENT AU RIVAGE PAR UNE JETÉE OBLIQUE, ON APORTE UNE PLUS FAIBLE PERTURBATION AUX COURANTS ET ON PEUT ARRIVER A DIMINUER LES TOURBILLONNEMENTS FAVORABLES AUX DÉPÔTS SÉDIMENTAIRES

tion du port avaient encore de multiples enquêtes et études à entreprendre. Bien entendu, il leur fallait effectuer des sondages pour préciser la consistance des fonds, vase, sable, vase sableuse ou sable vaseux (selon la proportion plus ou moins grande de l'élément dominant du mélange). Ils devaient aussi déterminer l'emplacement des roches sur lesquelles on pourrait asseoir musoirs, jetées et brise-lames. Mais tout ceci constituait la partie la moins difficile de leur art puisqu'ils possédaient des données positives et aisément discernables.

des courants parallèles à la côte, qu'elle entraînait une accumulation des sédiments sur la face amont (par rapport au sens du courant) et un affouillement sur la face aval (fig. 1). On savait bien aussi que, dans le cas d'une baie relativement fermée, des contre-courants se produisaient (fig. 2). Mais on ne pouvait prévoir l'importance de ces effets dans chaque cas particulier.

Il arrivait parfois alors qu'on constatât après de longs tâtonnements qu'il suffisait dans certains cas d'allonger une jetée de quelques

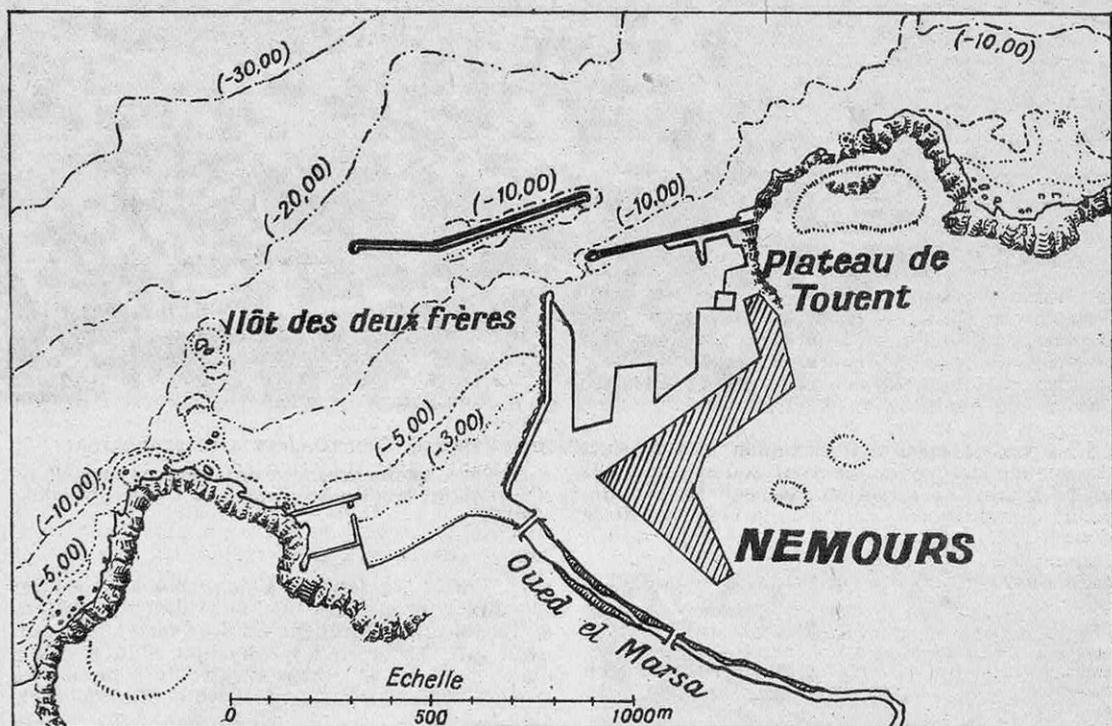


FIG. 4. — LE PORT DE NEMOURS EN ALGÉRIE

Une digue isolée au large couvre l'intervalle de 125 m séparant les musoirs de deux jetées convergentes. L'agitation de l'eau dans le port reste néanmoins dangereuse, ainsi que l'accès par la passe de l'est, par suite du ressac renvoyé par la côte abrupte qui borde le plateau du Touent. L'ensablement est sensible, les courants, peu importants, ayant une direction variable, opposée en général aux vents régnants.

Il n'en était pas de même en ce qui concernait le mouvement des matériaux, des sédiments transportés par la houle ou les courants. On pouvait, certes, étudier l'engraissement ou l'amaigrissement annuels de certaines langues de terre, déterminer l'importance des affouillements dont étaient l'objet certains points de la côte ; on pouvait même calculer le tonnage des matériaux transportés par les courants au-dessus de certaines zones de la rade en y mouillant des obstacles et en pesant la quantité de sable ou de vase déposée pendant un temps donné.

Où les choses devenaient vraiment d'une complexité et même d'une obscurité très grandes, c'était quand il s'agissait de prévoir quelles conséquences allait avoir l'implantation d'ouvrages d'art sur la direction et l'importance des charriages de sable ou de vase. On savait bien, par exemple, qu'une jetée normale au rivage provoquait une perturbation sensible

dizaines de mètres pour ralentir, voire même supprimer un ensablement qu'on désespérait d'arrêter ; ailleurs, une modification dans l'orientation générale d'un brise-lames aboutissait à un aussi heureux résultat (fig. 3). Et ce qui se montrait valable pour l'ensablement ou l'envasement l'était aussi pour le ressac : certains travaux entrepris dans un but sans aucune relation avec la diminution souhaitée de l'agitation intérieure d'un port provoquaient une amélioration très sensible du plan d'eau de ce port.

Mais les modifications d'ouvrages n'avaient pas toujours d'aussi heureux résultats ou, si elles en avaient, c'était souvent après de nombreuses dépenses improductives.

L'expérimentation sur modèles réduits

En présence de résultats parfois aussi déce-

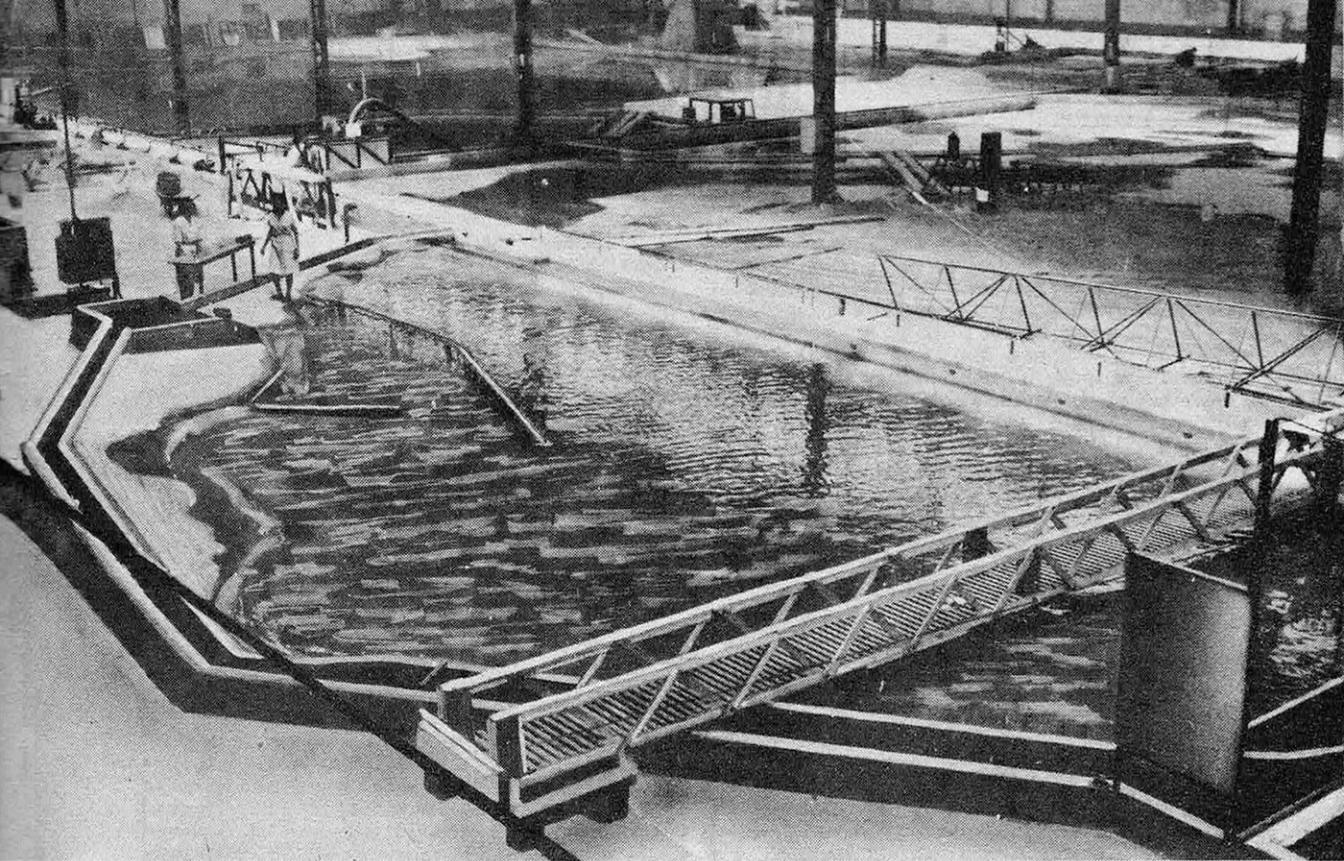


FIG. 5. — VUE GÉNÉRALE DES MODÈLES RÉDUITS DU LABORATOIRE CENTRAL D'HYDRAULIQUE A MAISONS-ALFORT

Au premier plan, la maquette du port algérien de Safi, dans lequel on cherche à réduire la violence de la houle. Au deuxième plan, à droite, la maquette du port de Konakry (Guinée française); à gauche, la maquette du port de Dakar; au fond, celle du port de Nemours.



FIG. 6. — CONSTRUCTION DE LA MAQUETTE DU PORT DE SAFI

Des murets sont construits sur chaque ligne de niveau, et leur hauteur réglée aux cotes exactes correspondantes au moyen d'une spatule portée par un pont roulant.

vants, on a été conduit à donner à l'étude des travaux hydrauliques une nouvelle orientation en recourant notamment à l'expérimentation qui avait fait accomplir à la physique d'aussi étonnants progrès, et l'idée surgit ainsi de développer systématiquement l'étude de modèles réduits.

Il semble que cette idée soit née en France. Les premières expériences sur modèle réduit paraissent avoir été faites à la fin du XVIII^e siècle et à peu près simultanément par deux hydrauliciens éminents : l'abbé Bossut, inspecteur général des machines et ouvrages hydrauliques des bâtiments du roi, et le chevalier du Buat, lieutenant-colonel au Corps royal du Génie. Les multiples expériences qu'ils effectuèrent leur permirent d'étudier, comme l'écrivit le chevalier du Buat, dans le titre d'un de ses ouvrages, « le mouvement uniforme et varié de l'eau dans les rivières, les canaux et les tuyaux de conduite, l'origine des fleuves et l'établissement de leurs lits ; l'effet des écluses, des ponts et des déversoirs ; les jets d'eau ; la résistance des fluides en général et celle de l'air et de l'eau en particulier ».

Au milieu du XIX^e siècle, un ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, M. de Caligny, soumit, lui aussi, ses recherches à l'expérimentation. M. Jean Laurent, fondateur du Laboratoire central d'hydraulique de Maisons-Alfort, retraçant, au cours d'une conférence, les travaux de son illustre prédécesseur, a rappelé les essais qu'il poursuivit à Versailles en profitant d'un abreuvoir en bois installé à l'intention des chevaux du quartier de cavalerie. La longueur totale de cette auge était de 77 m. Dans ce canal,

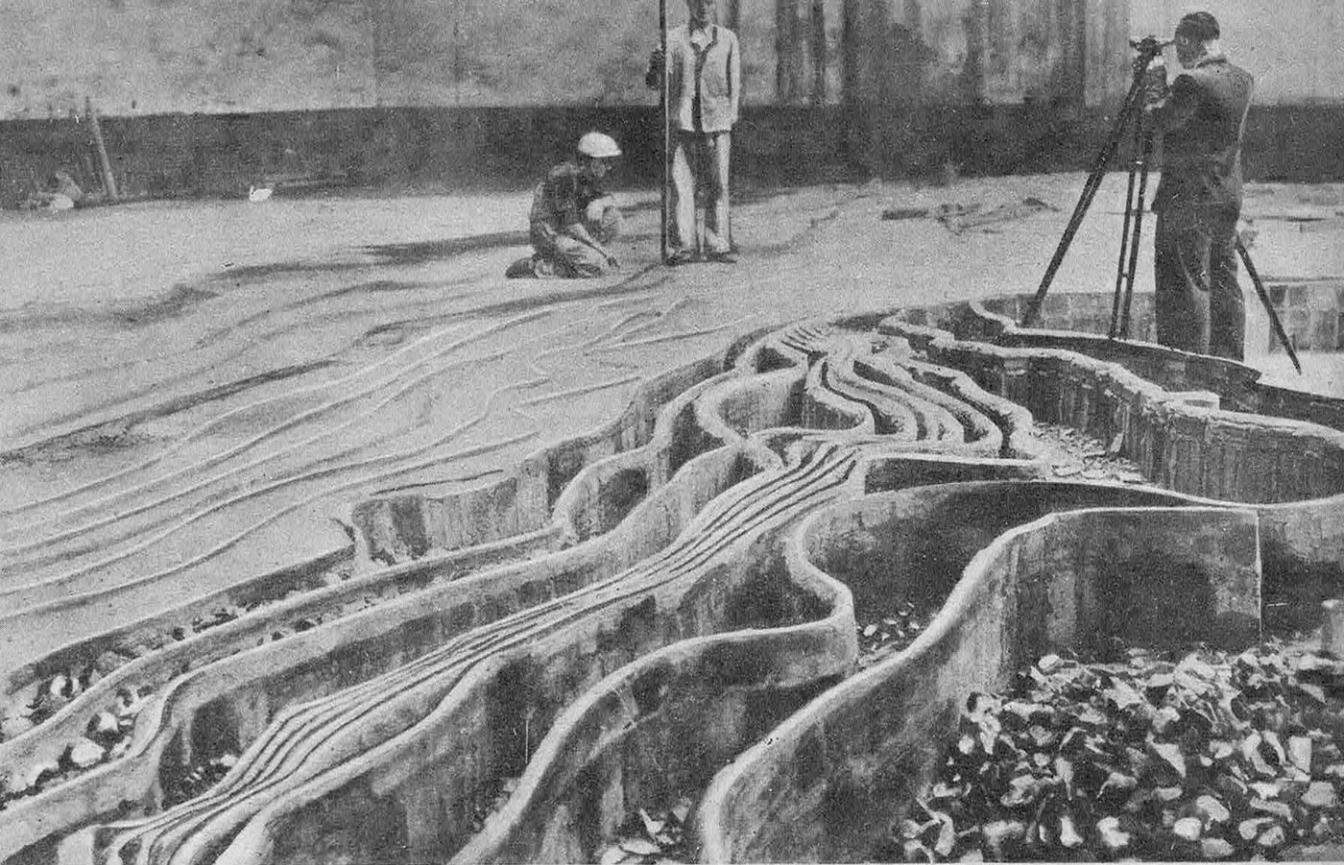


FIG. 7. — CONSTRUCTION DE LA MAQUETTE DU PORT DE NEMOURS

Les intervalles restés libres entre les murets représentant les lignes de niveaux sont remplis de ciment, et l'exactitude des fonds ainsi reproduits est vérifiée à l'aide d'appareils de nivellement.

M. de Caligny étudia la translation des ondes qu'il produisait en agitant périodiquement une pierre qu'il tenait à la main. Les observations se faisaient au moyen de flotteurs constitués par des grains de raisin que leur degré de maturité plus ou moins avancé permettait de maintenir à la profondeur désirée, moyens expérimentaux remarquablement ingénieux, mais bien précaires, auxquels suppléaient un sens d'observation particulièrement aigu et une notion très précise du degré d'approximation qu'il lui était possible d'atteindre.

Depuis lors, nos modernes laboratoires d'hydraulique possèdent heureusement des moyens d'expérimentation plus perfectionnés ! Ces laboratoires se créèrent à partir du moment où les célèbres recherches, effectuées en 1876, sur modèle réduit, par l'ingénieur en chef des Ponts et Chaussées Fargue, sur l'envasement de l'estuaire de la Gironde, montrèrent tout le parti que l'hydraulique pouvait retirer d'une application systématique des lois de similitude auxquelles les noms de Reynolds, de Froude, de Weber, de Prandtl, de Nusselt, de Hodgson, de Reech, parmi tant d'autres, demeurent attachés.

Ces laboratoires s'édifièrent aux États-Unis, en Italie, en Belgique, en Hollande, en Suisse, en Tchécoslovaquie. En France, plusieurs centres d'essais se sont ouverts (Grenoble, Toulouse, banlieue de Paris), qui comptent parmi les plus modernes du monde, en particulier le Laboratoire central d'hydraulique de Maisons-Alfort, où ont été prises les photographies qui illustrent cet article (fig. 5).

Ce laboratoire couvre une superficie de 10 000 m² environ ; cette vaste superficie ne

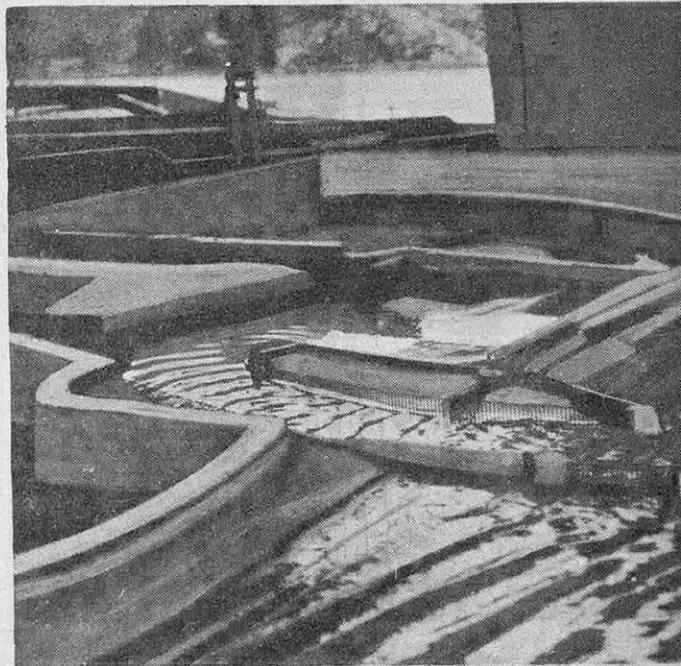


FIG. 8. — MODÈLE RÉDUIT DU PORT DE FÉCAMP

Cette photographie montre le pivotement de la houle, artificiellement reconstituée, dans le chenal d'entrée de la maquette du port de Fécamp.

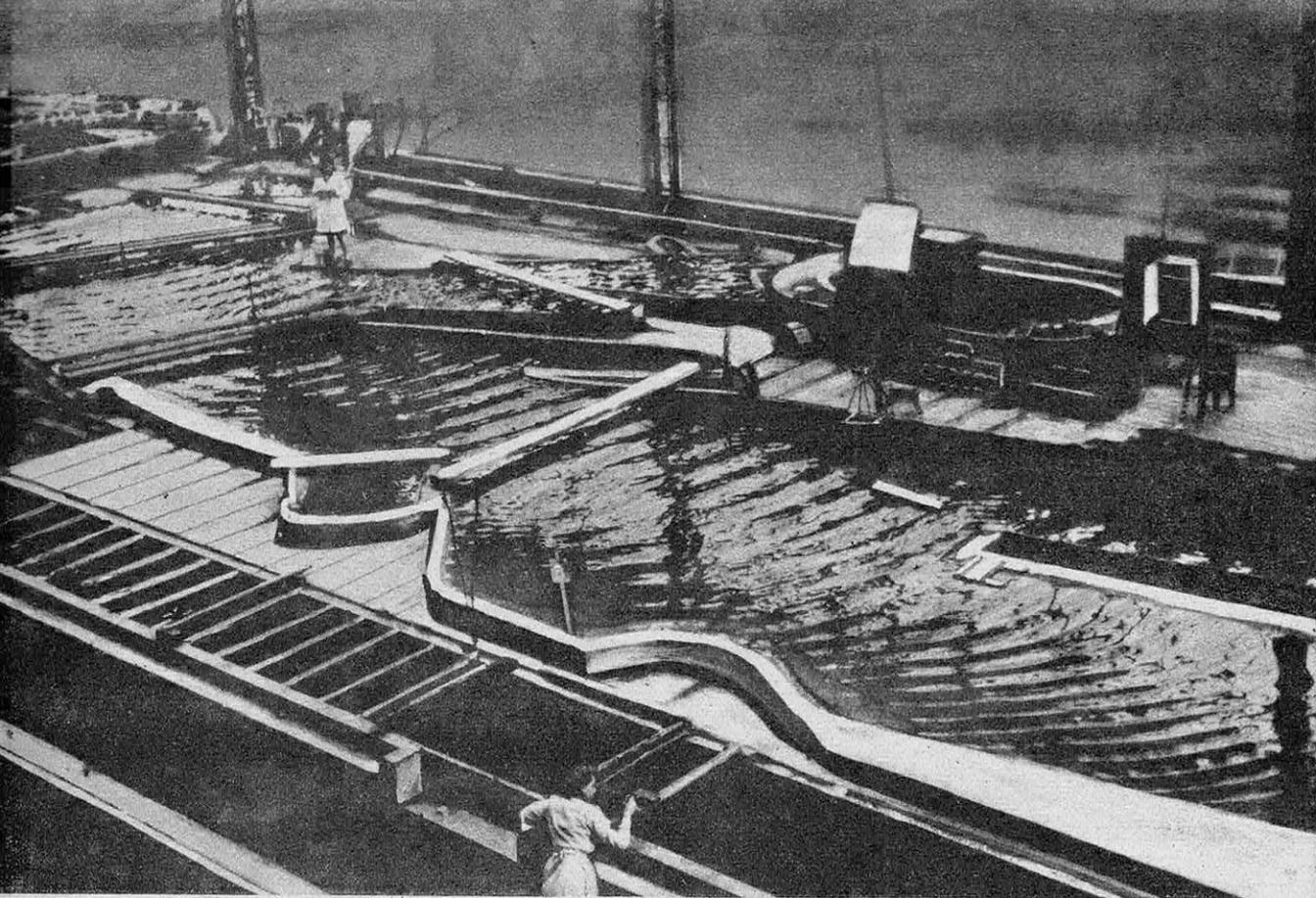


FIG. 9. — LE MODÈLE RÉDUIT DU PORT DU HAVRE

Au premier plan, une opératrice effectue, dans un canal d'étude, des relevés de caractéristiques de houle.

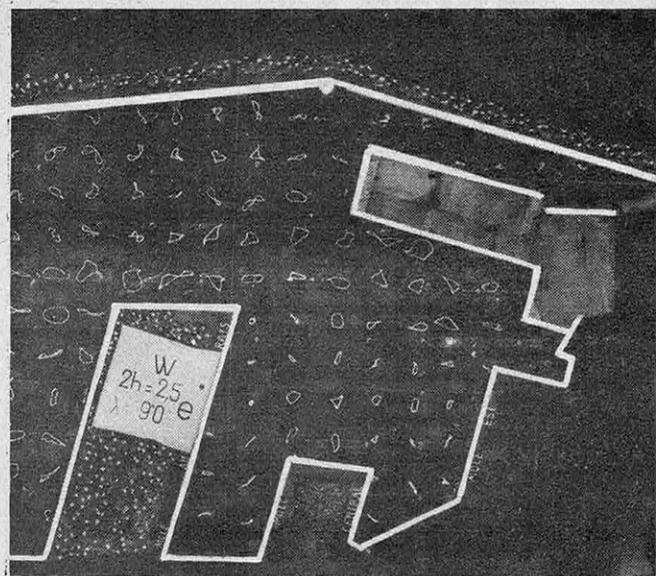
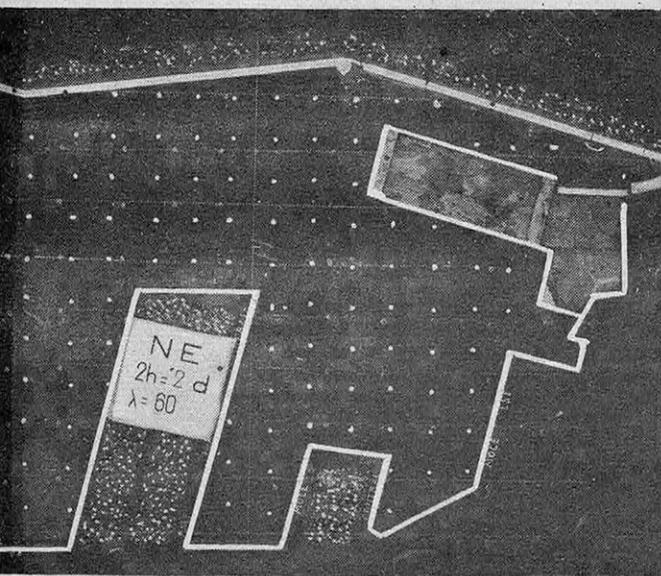


FIG. 10 ET 11. — ÉTUDE DE HOULE SUR LA MAQUETTE DU PORT DE NEMOURS PAR LA MÉTHODE DU CIEL ÉTOILÉ

Ces images ont été obtenues en photographiant verticalement le plan d'eau de la maquette, sur lequel se reflète un réseau de lampes électriques disposées au-dessus d'elle. On voit qu'une houle ayant les caractéristiques (direction, creux, longueur d'onde) indiquées sur la figure de gauche ne crée aucune agitation; au contraire, une houle ayant les caractéristiques indiquées sur la figure de droite crée une agitation sensible, caractérisée par la forme des trajectoires des points brillants qui sont les reflets des lampes.

paraît pas exagérée lorsqu'on considère que la seule reproduction sur modèle réduit du port de Dakar, par exemple, exige, à l'échelle de 1/300, une superficie de 1 600 m².

La similitude

La possibilité de construire des maquettes à grande échelle est capitale pour un laboratoire d'hydraulique. Il est en effet essentiel que l'échelle soit fixée indépendamment des questions d'encombrement et en s'appuyant uniquement sur les exigences des lois de similitude. La plupart des laboratoires, ne disposant pas d'espace suffisant, sont souvent obligés de recourir à l'artifice de la « distorsion » qui n'a été utilisé qu'une seule fois jusqu'ici au Laboratoire Central d'Hydraulique, dans les circonstances suivantes :

Il s'agissait d'étudier une section du Niger ; à cette section, le fleuve était large de 4 km et profond de 4 m (rapport 1/1 000) ; si, sur le modèle réduit, on avait donné au Niger une largeur de 10 m, ce qui prenait déjà un grand espace, et constituait de ce fait une maquette coûteuse à construire, l'application de la règle des proportions aurait exigé que l'épaisseur représentée de l'eau du fleuve eût été de 1 cm, épaisseur manifestement insuffisante pour procéder à des essais : des erreurs nombreuses se seraient introduites, dues notamment à des effets de capillarité et de tension superficielle, n'ayant aucun rapport avec les phénomènes qui se produisent effectivement dans la réalité.

C'est dans des cas semblables que les hydrauliciens sont amenés à pratiquer ce qu'ils appellent une *distorsion*. Abandonnant la similitude géométrique, ils adoptent des échelles différentes pour la profondeur de l'eau et la largeur du fleuve ou la superficie de la rade ou du port : l'expérience montre que des observations relevées sur des modèles réduits ainsi « distordus », donnent lieu à des résultats remarquables, transposés dans la réalité, à la condition toutefois que les observateurs tiennent un compte précis des éléments perturbateurs introduits dans la confection de la maquette.

Quoi qu'il en soit, en raison des difficultés d'application de certaines lois de similitude aux modèles « distordus », il y a un intérêt évident à procéder aux expérimentations sur des modèles géométriquement semblables à la nature.

Il est cependant des éléments pour lesquels il est impossible de conserver une similitude géométrique absolue. Par exemple, les dimensions des grains de sable en suspension dans l'eau ne pourront jamais être réduites à la même échelle que l'installation portuaire proprement dite, mais on utilisera un matériau dont la vitesse critique d'entraînement soit dans la proportionnalité voulue avec celle des sédiments de la

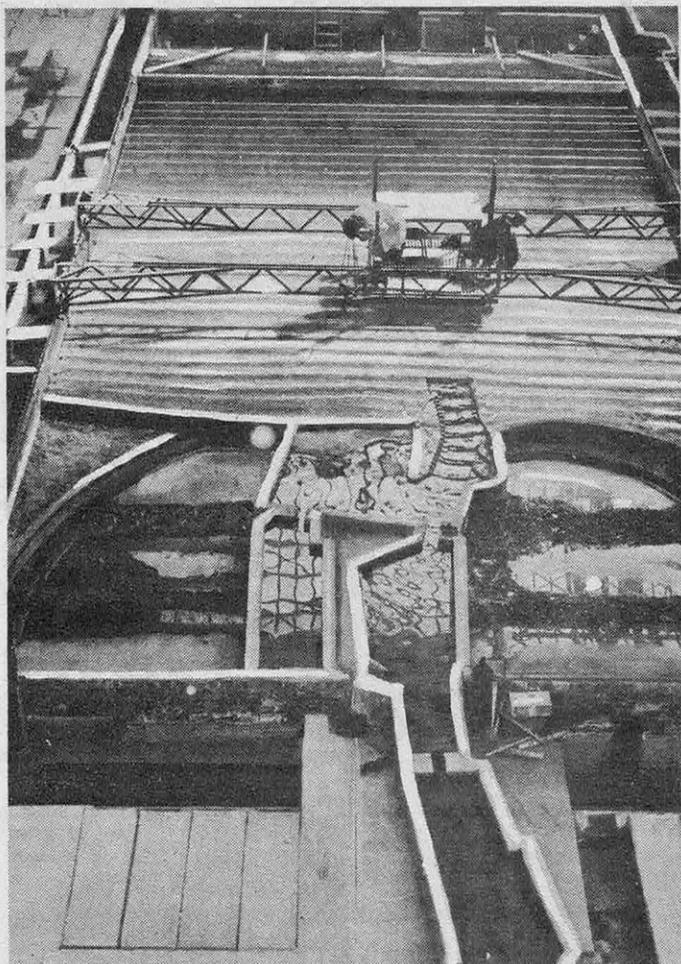


FIG. 12. — LA PRODUCTION DE LA HOULE DANS LA MAQUETTE DU PORT DE FÉCAMP

On voit la maquette du port au premier plan, au deuxième plan la passerelle portant les instruments de mesure de la houle et, tout au fond, le générateur de houle.

côte étudiée, de sorte que les mêmes modèles soient automatiquement reproduits sur la maquette lorsque les courants présentent, eux aussi, la similitude voulue.

D'une manière plus générale, la *fidélité* de la maquette, que les premières expériences sont toujours destinées à vérifier, est considérée comme acquise lorsque les conditions de fonctionnement du modèle réduit correspondent exactement à la réalité, c'est-à-dire lorsqu'on peut observer sur lui des phénomènes semblables à ceux qui se produisent dans la nature.

Aussi bien les expériences sur modèle réduit doivent-elles être conduites avec une insigne prudence et un flair non moins grand. Comme le dit M. Jean Laurent, l'observateur « se trouve très souvent dans une zone intermédiaire, une sorte de *no man's land*, frontière mal définie et constamment mouvante entre la science pure avec ses exigences rigoureuses et l'empirisme auquel certaines impossibilités conduisent fatalement. La précision des résultats dépend donc

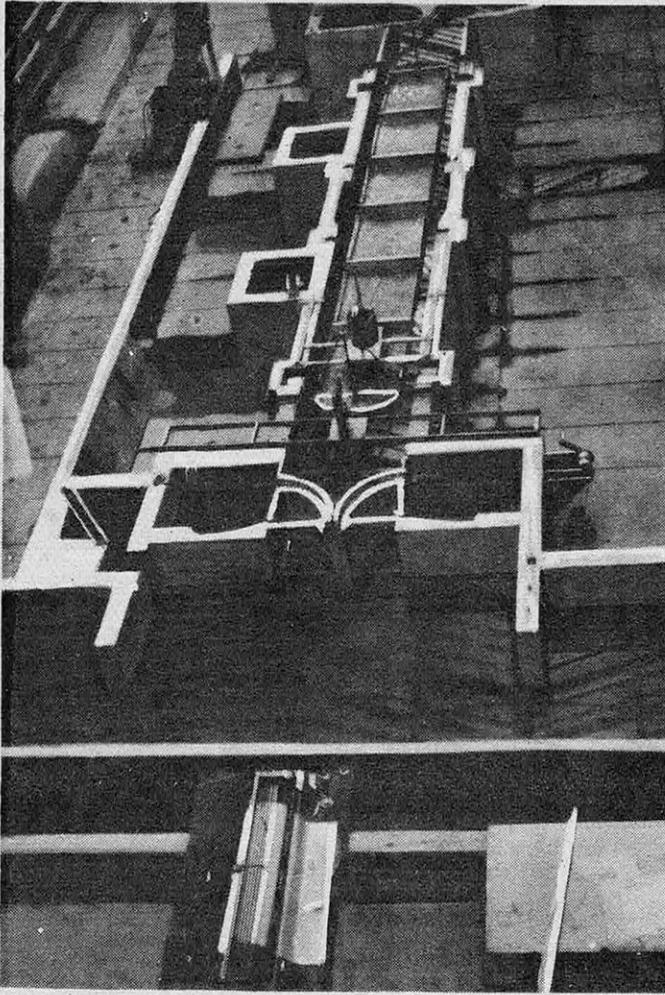


FIG. 13. — ESSAIS SUR MODÈLE RÉDUIT D'UN NOUVEAU TYPE DE PORTES D'ÉCLUSE (BRENET-MOISANT-LAURENT-SAVEY)

Le modèle est vu de l'aval. On remarque la forme particulière des portes, à secteur à axe vertical. Au premier plan se trouve l'appareil servant à enregistrer les diverses grandeurs à mesurer au cours des essais: efforts sur les péniches, niveau d'eau, etc.

essentiellement de la qualité des expérimentateurs... La technique du modèle réduit constitue à la fois une science et un art, ce qui augmente d'ailleurs singulièrement son attrait ».

La construction d'un modèle réduit

La mission des laboratoires d'hydraulique est de fournir des réponses aussi précises que possible aux questions que les grands services techniques et, au premier rang de ceux-ci, le Service des Ponts et Chaussées sont amenés à leur poser. Ces questions sont très variées. Voici, par exemple, un port algérien, Nemours, où l'agitation du plan d'eau est telle qu'elle rend le séjour des navires dangereux. On demande au laboratoire d'indiquer quels travaux sont susceptibles de réduire l'agitation de l'eau. Faut-il prolonger la digue isolée du large, digue

qui couvre l'intervalle de 125 m séparant les musoirs des deux jetées convergentes (fig. 4) ? Si oui, faut-il la prolonger à l'ouest ou à l'est ? De quelle longueur et selon quelle orientation ? D'autres solutions sont-elles à envisager ? Si l'on supprimait, par exemple, la passe de l'est, quels résultats obtiendrait-on ?

Le premier travail à entreprendre est d'établir une maquette qui reproduise le port dans son état actuel.

Les fonds sont reconstitués selon les courbes de niveau relevées sur la carte marine. Un procédé ingénieux permet d'effectuer le report de ces courbes de niveau d'une façon rapide et exacte : la carte marine est photographiée, puis projetée sur le sol par un appareil de longueur focale appropriée, installé au sommet d'une tour à parois opaques, ce qui permet la projection en plein jour ; ceci fait, il est facile de reproduire à la craie sur le sol les courbes de niveau qui s'y trouvent ainsi projetées.

Des murets en briques sont alors construits, qui serpentent suivant les courbes de niveau ; la hauteur de chacun d'eux est réglée très exactement à la cote correspondant à celle de la ligne de niveau qu'il matérialise, soit par nivellement d'une série de points, soit au moyen d'un pont roulant dont les rails de roulement sont soigneusement nivelés et dont le chariot porte une spatule horizontale (fig. 6). Les intervalles restés libres entre les murets sont ensuite remplis de béton maigre recouvert d'une chape de ciment lissé en prenant appui sur les lignes de niveau (fig. 7).

Les formes topographiques des fonds une fois reproduites, les ouvrages d'art, môles, brise-lames, musoirs, jetées, le sont à leur tour.

Lorsque la maquette est terminée, l'eau est amenée. Cette eau, il va de soi, ne doit pas demeurer immobile : il faut, au contraire, qu'elle reproduise exactement l'agitation qui règne dans le port (fig. 8). Cette agitation est essentiellement créée par les courants et par une houle dont la hauteur, la fréquence, la longueur d'onde et la direction sont données. (En ce qui concerne l'étude du port de Nemours, actuellement en cours au Laboratoire Central d'Hydraulique, il fallait étudier successivement les effets de houles provenant de quatre directions différentes : ouest, nord-ouest, nord et nord-est.)

L'étude de la houle et des courants

La reconstitution de la houle avec ses caractéristiques fondamentales (creux, longueur,



FIG. 14. — ÉTUDE SUR MODÈLE RÉDUIT DE LA PROTECTION, CONTRE LES AFFOUILLEMENTS, DES PILES DU VIADUC DE SAINT-CLAIR SUR LE RHONE, A LYON

cette maquette reproduit le lit du fleuve tel qu'il était avant toute correction; on voit que les affouillements atteignaient des valeurs considérables. Les lignes de niveau ont été matérialisées par des fils de laine.

fréquence, direction) pose un problème délicat à résoudre.

Sur les modèles réduits, la houle peut être créée par des appareils très différents : volets oscillant autour d'un axe horizontal, générateurs pneumatiques, cylindres horizontaux à axes excentrés, etc.

Elle est analysée le plus fréquemment à l'aide de « limnimètres » électriques qui permettent de mesurer, d'une part, son amplitude (creux) et d'autre part, en combinant l'indication de deux de ces appareils convenablement disposés, sa longueur d'onde (fig. 9 et 12). Sa fréquence se déduit immédiatement du nombre de battements par minute de l'appareil générateur.

Parmi les autres procédés qui peuvent être utilisés pour étudier l'agitation d'un plan d'eau sur un modèle réduit, le procédé dit du « ciel étoilé » mérite une attention particulière.

Ce procédé consiste à disposer au-dessus du plan d'eau à étudier un réseau serré de lampes électriques enfermées dans une sorte de chambre noire, et qui sont reflétées par le plan d'eau. Si celui-ci est immobile, il se trouve semé de points lumineux fixes qui ressemblent à autant d'étoiles. S'il est, au contraire, agité, ces points lumineux se déplacent; en photographiant leurs trajectoires, on arrive à déterminer les caractéristiques des clapotis (fig. 10 et 11).

Pour connaître la direction et la vitesse des courants qu'on reconstitue, il suffit de saupoudrer ceux-ci de poudre d'aluminium ou de flotteurs. Pour déterminer l'importance et la cause de l'amaigrissement ou, au contraire, de l'engraissement de certains points d'une côte, on fait charrier par les courants qu'on provoque des matériaux de diverses natures : du sable fin, de la poussière de charbon, de la ponce, de l'ambre, réduits en grains de différentes grosseurs.

L'expérimentation

Une fois la maquette complètement achevée et reproduisant exactement les phénomènes qui se manifestent dans le port, les expériences peuvent commencer pour donner réponse aux questions posées. Ces expériences vont essentiellement consister à déplacer certains ouvrages d'art, à allonger une digue, une jetée, à modifier l'orientation d'un brise-lames, à barrer une passe, à substituer à un ouvrage en maçonnerie pleine un ouvrage à claire-voies et à examiner le résultat obtenu par ces changements. A force de patience et de tâtonnements, on doit arriver à obtenir du modèle réduit des réponses satisfaisantes.

Des travaux effectifs pourront être entrepris, quelques mois plus tard, dans le port avec les plus grandes chances de succès. Les surprises auront été réduites au minimum, une sérieuse économie de peine et d'argent aura été réalisée.

Les autres problèmes posés au *Laboratoire Central d'Hydraulique* sont l'objet d'études similaires, par exemple la construction d'écluses (fig. 13), la modification des berges d'un fleuve (p. 122), ou l'affouillement des ponts (fig. 14).

En présence des intéressants résultats obtenus, les ingénieurs peuvent entreprendre les travaux qui leur sont demandés avec une certitude de réussite incomparablement plus grande qu'autrefois, ce qui suffit à démontrer l'utilité des laboratoires d'hydraulique lorsqu'ils sont équipés de façon moderne : les quelques millions que peut parfois coûter l'étude d'une maquette sont peu de choses auprès des centaines de millions dont cette étude permet de faire l'économie.

P. CHAUMOIS

Les figures 1, 2, 3 et 4 sont extraites de l'ouvrage de A. de Rouville (Dunod, éditeur).

QUELQUES TECHNIQUES RÉVOLUTIONNAIRES EN PHOTOGRAPHIE

par L.-P. CLERC

Le progrès de la technique photographique évoque immédiatement l'idée d'appareils de prises de vue de plus en plus automatiques, d'objectifs de plus en plus lumineux; il est cependant fonction également, dans une aussi large mesure, des recherches de laboratoire pour la mise au point soit d'émulsions appropriées aux diverses conditions de la prise de vues (grain, sensibilité aux diverses radiations), soit de traitements conduisant, le plus rapidement possible, aux meilleurs négatifs. Les nécessités militaires ont, dans ce domaine, engendré de véritables révolutions en imposant des conditions extraordinairement éloignées de celles habituellement rencontrées. C'est ainsi que les laboratoires américains ont dû résoudre les problèmes du développement de l'image latente aux températures extrêmes des climats arctiques et tropicaux, du développement et fixage simultanés, et des traitements ultrarapides permettant d'exploiter un document quelques secondes après son enregistrement.

Il est devenu banal de dire que la photographie a joué un rôle considérable pendant la deuxième guerre mondiale, mais on ne soupçonne généralement pas les difficultés techniques qui ont dû être vaincues soit pour assurer un traitement rapide et sûr des photographies de reconnaissance dans des climats extrêmes, régions arctiques et régions tropicales, soit pour accélérer au maximum ces traitements et permettre ainsi l'exploitation des renseignements dans un délai de quelques secondes après leur enregistrement. Nous nous proposons d'indiquer ici comment ont été résolus quelques-uns des problèmes posés aux laboratoires de recherches de l'industrie photographique américaine par les services techniques de l'armée et de la marine des États-Unis.

Traitements photographiques dans les régions arctiques

On sait que la couche photographique sensible est composée de grains extrêmement fins de bromure et d'iodure d'argent enrobés dans de la gélatine. Chaque grain atteint par une certaine quantité de lumière subit une transformation invisible, et l'ensemble des grains ayant subi l'action des radiations photochimiques constitue l'image latente. Dans un bain approprié, le révélateur, la réduction du sel d'argent donne une poudre noire d'argent métallique qui constitue l'image visible.

On sait aussi que le fixage de cette image consiste à transformer le bromure d'argent non impressionné en un sel soluble qu'un lavage soigné élimine ensuite.

Il est généralement admis que ces traitements des émulsions photographiques deviennent impossibles aux températures inférieures à +10° C, très supérieures cependant à celles de solidification des bains usuels (environ -2° C

pour les révélateurs et -10° C pour les bains fixateurs); or, il était demandé de procéder à tous les traitements jusqu'à une température de -15° C, lavage et séchage compris. Non seulement, il était nécessaire de remplacer une fraction importante de l'eau dans laquelle sont habituellement dissous les divers ingrédients par un liquide pratiquement incongelable, mais on devait aussi adopter des révélateurs d'une énergie considérable, inutilisables dans les climats tempérés où ils voileraient les couches sensibles sans faire de différence entre régions exposées à la lumière et régions non exposées.

La technique établie par R. W. Henn et J. I. Crabtree, des Laboratoires Kodak, permettrait d'effectuer toutes les opérations jusque vers -25° C; l'antigel adopté a été le glycol éthylique, liquide de propriétés très comparables à celles de la glycérine, mais notablement moins visqueux, dissolvant mieux les sels minéraux et assurant la protection contre la solidification des bains à une concentration inférieure à celle exigée par la glycérine.

Parmi les révélateurs usuels, l'hydroquinone a la réputation, d'ailleurs justifiée dans les bains modérément alcalinisés par un carbonate, de perdre toute activité au voisinage de 0° C; dans les révélateurs contenant un alcali caustique, l'hydroquinone pourrait encore être employée à -5° C, mais la durée de développement devrait être environ le décuple de celle nécessaire à 16° C, et elle ne peut être employée à des températures notablement plus basses; le révélateur adopté est à base de diamino-phénol (développateur employé aux températures usuelles en bains neutres ou même acides) et de pyrocatechine en présence de soude caustique; l'oxydation d'un tel bain au contact de l'air est si rapide que les développateurs et la soude caustique, dissous séparément, ne doivent

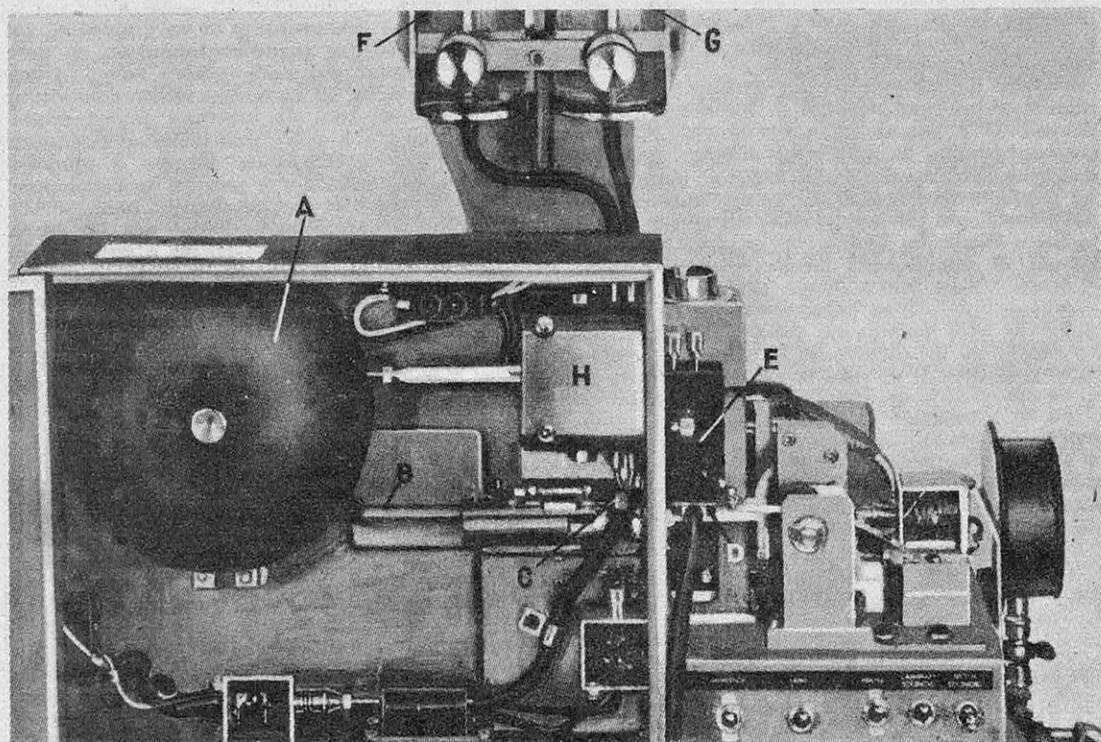


FIG. 1. — VUE LATÉRALE DE L'APPAREIL P⁴, LA CAMERA OUVERTE

A, bobine de film; — B, film vierge; — C, cuve de traitement; — D, arrivée d'air comprimé; — E, projecteur; — F, révélateur; — G, fixateur; — H, cuve de réchauffage des bains. (Voir le schéma fig. 2).

être mélangés qu'au moment même de l'emploi; même aux très basses températures pour lesquelles ce révélateur est prévu, l'image serait totalement noyée dans un voile uniforme très dense sans la protection conférée à la couche sensible par deux réactifs *antivoile* très efficaces, l'iodure de potassium et le benzotriazole, sans préjudice de l'emploi à haute dose de bromure de potassium (10 g/l dans un bain prêt à l'emploi). Jusque vers -10°C , le révélateur doit contenir 25 % de glycol; aux températures plus basses, on doit en employer 50 %; à cette dose, le glycol recule jusqu'à -40°C la solidification du révélateur mais, à cette température, il a été impossible d'obtenir en une durée acceptable une image assez contrastée pour être utilisable.

Le fixage est aussi très retardé aux basses températures, surtout aux concentrations en hyposulfite relativement grandes employées dans les climats tempérés; on a donc adopté, comme fixateur, l'hyposulfite d'ammonium, sel que fournit couramment l'industrie chimique américaine, mais qui n'est en France qu'une curiosité de laboratoire, et qui permet, à concentration moindre, un fixage plus rapide que l'hyposulfite de sodium. Non seulement, l'addition de produits tannants n'aurait ici aucune utilité, mais ils ralentiraient fâcheusement le lavage, déjà trop lent. Jusqu'à -20°C , on emploie une solution à 10 %, contenant 20 % de glycol, dans laquelle la durée du fixage est de 40 mn à -7°C au lieu de 3 mn à $+16^{\circ}\text{C}$; aux températures plus basses, la concentration

en sel est réduite à 5 % et la concentration en glycol portée à 50 %; la durée du fixage est alors de 5 h à -18°C ; elle serait de plus de 24 h à -27°C .

A la température de -7°C , on a pu assurer un lavage raisonnable par quatre immersions successives, de 10 mn chacune, dans de l'eau contenant 25 % de glycol; les durées sont beaucoup plus longues aux températures plus basses.

Bien entendu, on ne peut toucher un liquide à température inférieure à -5°C et les pellicules ne peuvent donc être maniées que par l'intermédiaire de cadres ou de pinces. Pour le séchage, les pellicules sont immergées dans de l'alcool dénaturé non dilué; le séchage est complet en 30 mn dans un courant d'air modéré à -18°C ; l'emploi d'alcool concentré aux températures de nos climats aurait des conséquences fâcheuses pour le support pelliculaire dont les plastifiants seraient éliminés, mais cette dissolution est assez ralentie aux basses températures pour n'avoir pas d'effet gênant pendant les quelques minutes nécessaires au remplacement de l'eau par l'alcool.

Traitements photographiques dans les régions tropicales

La photographie est couramment pratiquée dans toutes les grandes villes des régions équatoriales où l'on dispose de moyens efficaces de réfrigération; mais les conditions opératoires sont évidemment très différentes dans la jungle, et particulièrement dans les régions très humides.

Parmi les difficultés rencontrées à des températures supérieures à 30° C, il faut citer notamment le gonflement de la gélatine et le risque de voile des clichés.

On sait depuis longtemps procéder aux manipulations photographiques à des températures jusqu'à 30° C par addition au révélateur de sels inertes, comme le sulfate de sodium, employé à des concentrations de 10 à 20 %, empêchant un gonflement démesuré de la gélatine dans un bain tiède ; de telles additions ne pouvant être faites à l'eau de lavage, la gélatine doit être tannée et on procède habituellement à cette opération dans une solution d'alun de chrome.

Aux températures voisines de 35° C, la présence de sels neutres ne suffit pas toujours à empêcher un gonflement excessif de la gélatine, avec risque de fusion ou de réticulation ; il est alors nécessaire de remplacer une fraction de l'eau du révélateur par de l'alcool, mais, pour éviter la précipitation des sels minéraux du révélateur par l'alcool, on ne doit employer que des révélateurs à faible dose de ces sels, par exemple le révélateur au diaminophénol ; au sortir du révélateur, les clichés sont tannés à l'alun de chrome.

La condition imposée au mode opératoire était de permettre les traitements jusqu'à 43° C ; ce résultat a pu être obtenu par H. A. Miller, J. I. Crabtree et H. D. Russell, en soumettant les couches sensibles à un tannage préliminaire de la gélatine dans une solution d'aldéhyde formique additionnée de sulfate de sodium (pour limiter le gonflement avant que la gélatine soit effectivement tannée), de carbonate de sodium (pour favoriser le tannage) et d'un antivoile énergétique, le nitrate de nitrobenzimidazole. Après une dizaine de minutes de séjour dans ce bain et rinçage très sommaire dans de l'eau pure, le développement peut être entrepris dans l'un quelconque des révélateurs couramment employés aux températures voisines de 18° C, sous la seule réserve d'en réduire d'autant plus la durée que le bain est plus chaud. Signalons cependant qu'au-dessus de 35° C on n'évite un voile gênant qu'en majorant la teneur en antivoile prévue pour une température de 25 à 35° C.

Développement et fixage simultanés

Depuis très longtemps, amateurs et techniciens se sont efforcés, d'ailleurs sans grand succès, d'assurer en bain unique le développement et le fixage des clichés photographiques. La principale difficulté provient de l'influence différente des variations de la température sur les deux opérations : l'équilibre assuré à une certaine température ne l'est plus à une autre, d'où obtention d'images à contraste exagéré ou insuffisant. De plus, la vitesse du fixage varie très largement avec la teneur de l'émulsion en sels d'argent et avec la proportion d'iode relative au bromure, circonstances qui n'ont qu'une influence négligeable sur la vitesse du développement ; un cliché fixé trop vite sera donc trop faible, tandis qu'un cliché fixé lentement sera trop dense et trop contrasté.

Le problème a été étudié par J. M. Keller, K. Metzger et F. Möglicher, et les résultats ont été consignés dans un rapport confidentiel à l'armée allemande, en date du 8 juillet 1944. Aux États-Unis, H. A. Miller et J. I. Crabtree, déjà cités, ont résolu aussi la question.

L'équipe allemande a employé un révélateur au glycin, alcalinisé par de l'aluminate de sodium

préparé extemporanément en dissolvant dans le bain de l'alun d'aluminium et en y ajoutant de la soude caustique jusqu'à dissolution du précipité d'alumine qui s'est d'abord formé. Additionné d'environ 10 % d'hyposulfite de sodium et d'une proportion de bromure de potassium très supérieure à celle habituellement admise dans les révélateurs pour images à modèles continus, ce révélateur a permis de développer et fixer des négatifs en 4 mn dans un bain à 30° C. Le révélateur est stable, donne des images à grain fin et ne perd pas plus de la rapidité de l'émulsion que les révélateurs à grain fin usuels. La dose exacte de l'hyposulfite doit être déterminée expérimentalement pour chaque émulsion, suivant le contraste désiré ; le révélateur est rapidement épuisé.

Les expérimentateurs américains concluent de leurs expériences que tout révélateur qui développe en 4 à 7 mn dans les conditions ordinaires peut être transformé en bain de développement et fixage simultanés en lui ajoutant, d'une part, environ 0,5 % de soude caustique et, d'autre part, une dose d'hyposulfite comprise entre 60 et 175 g/l, déterminée par tâtonnements méthodiques d'après la nature de l'émulsion, la température d'emploi et le contraste désiré. Le voile est plus dense que sur clichés développés et fixés séparément ; la durée de pose doit être au moins doublée, mais on peut obtenir des images d'excellente qualité. L'emploi d'antivoile autre que le bromure de potassium n'est pas recommandé, car les complexes formés avec le bromure d'argent sont moins aisément solubilisés par l'hyposulfite que le bromure d'argent. Le remplacement de l'hyposulfite par du cyanure réduirait moins la rapidité de certaines émulsions, mais l'extrême toxicité des cyanures ne permet pas de recommander l'emploi de ce fixateur ; les cyanures ne peuvent d'ailleurs être fournis qu'aux industriels. Sous réserve de certaines précautions pour limiter l'oxydation par l'air, accélérée par l'alcali caustique, et pour débarrasser le bain des boues d'argent qui s'y déposent, le révélateur-fixateur peut être maintenu à activité constante par les mêmes moyens employés industriellement pour d'autres révélateurs (remplacement du liquide emporté par les couches sensibles par une solution d'appoint plus riche que le bain initial en ceux des produits qui s'usent le plus vite).

Traitements ultrarapides

Dès avant la guerre, on s'était préoccupé d'abrèger les délais entre l'enregistrement d'une image sur une couche sensible et son exploitation, notamment pour l'emploi du film cinématographique comme intermédiaire dans les émissions de télévision ou pour les opérations chirurgicales sous contrôle radiographique. Les exigences militaires ont amené à rechercher des modes de traitement de plus en plus rapides.

C'est ainsi qu'aux États-Unis on est parvenu à projeter sur un écran de 2 m sur 2 m, 15 s seulement après son enregistrement sur un film de 16 mm, l'image de 6 mm de diamètre de l'écran d'un radar (1). Cet enregistrement étant effectué à la fréquence de quatre images par minute, la projection avait donc lieu immédiatement

(1) Voir : « Radar sur grand écran » (*Science et Vie*, n° 357, juin 1947, p. 309).

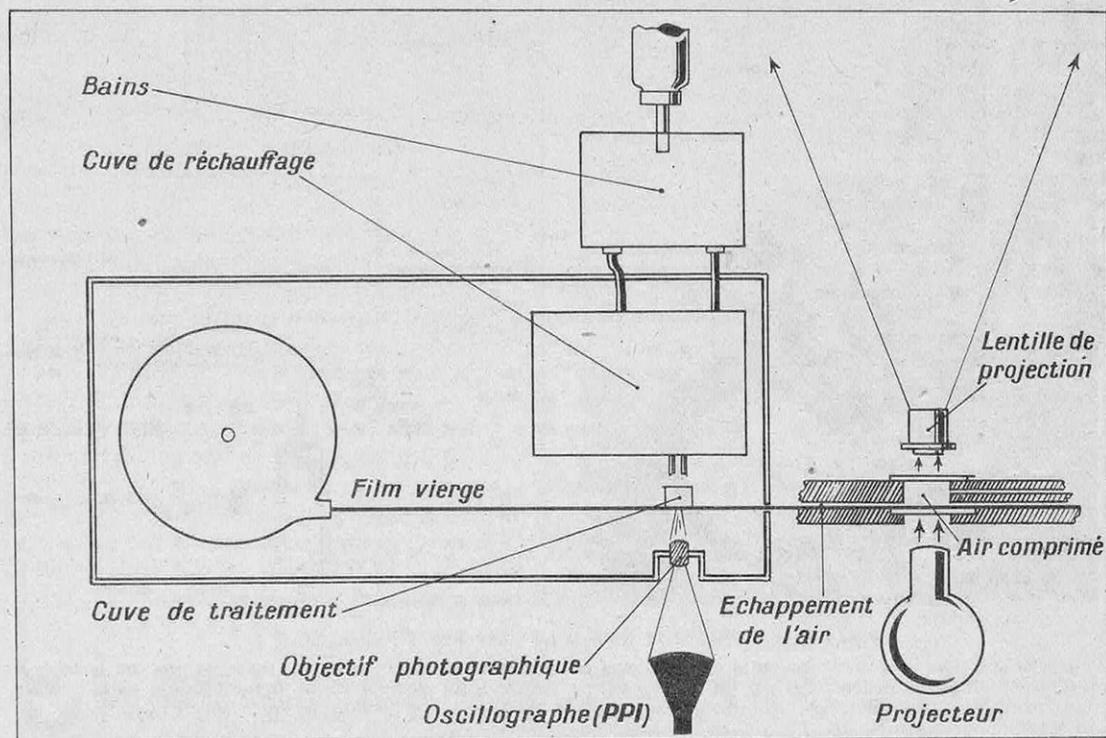


FIG. 2. — SCHÉMA DE L'APPAREIL P⁴¹ ASSURANT EN 15 S L'ENREGISTREMENT SUR FILM DE L'IMAGE FORMÉE SUR L'ÉCRAN DE L'OSCILLOGRAPHE DU RADAR, SON TRAITEMENT ET SA PROJECTION

Dès que le film est impressionné, la petite cuve de traitement reçoit automatiquement les bains de développement et de fixage préalablement réchauffés afin d'accélérer leur action. En 15 s, le film est développé, lavé et séché. Il avance alors automatiquement de façon que l'image, négative, se trouve dans l'axe du projecteur. Comme l'antenne du radar fait un tour toutes les 15 s, le film est prêt à enregistrer l'image suivante formée sur l'oscillographe du radar.

après l'enregistrement de l'image suivante et le retard dans l'exploitation des renseignements était ainsi égal à la durée d'une rotation de l'antenne du radar. Ces traitements ultrarapides sont très avantageux aussi pour certains enregistrements industriels et notamment pour les oscillogrammes cathodiques employés à l'analyse des causes de perturbations des réseaux électriques à haute tension.

Insistons tout d'abord sur le fait que les traitements ultrarapides ne conviennent nullement à la photographie picturale et ne peuvent d'ailleurs être entrepris avec quelque chance de succès que s'ils sont appliqués mécaniquement à des films en longue bande permettant un traitement continu. On conçoit, en effet, aisément que, quand la durée du développement est réduite à 2 s, une variation de 10 % de cette durée, largement dépassée dans des opérations manuelles, aurait des conséquences appréciables sur le contraste de l'image définitive. De plus, dans ce traitement, le fixage et le lavage (quand il n'est pas supprimé) ne peuvent être considérés que comme provisoires et doivent être repris à loisir après la première exploitation du document si l'on veut assurer aux négatifs obtenus une stabilité raisonnable. Cependant, d'utiles enseignements ont été tirés des études entreprises pour la mise en œuvre de ces techniques ultrarapides. Des machines pour le traitement continu des films cinématographiques ont été déjà construites à titre expérimental qui, grâce à une agitation

très énergique des bains au contact de l'émulsion, permettent de réduire au quart environ la durée totale du traitement, donc aussi l'encombrement de la machine, ramené d'environ 10 m de longueur à 2 m environ.

Des quatre opérations nécessaires, développement, fixage, lavage et séchage, les trois dernières sont de beaucoup les plus lentes ; si les deux dernières peuvent être différées après l'exploitation immédiate (1), et si le gain de quelques secondes sur la durée du développement peut alors être avantageux, un tel gain est négligeable si les négatifs ne doivent être employés qu'après lavage et séchage.

Les moyens qui permettent d'accélérer l'ensemble des opérations sont : le choix de l'émulsion employée ; l'emploi de bains chauds et une agitation très énergique des bains au contact de l'émulsion sensible. Ainsi une émulsion à faible teneur en gélatine permet un échange plus rapide entre le bain usagé qui imprègne la gélatine et le bain neuf ; elle absorbe moins d'eau et le séchage est donc plus rapide. L'emploi de bains chauds oblige à prendre les précautions que nous avons signalées plus haut : tannage énergique

(1) Des négatifs encore imprégnés du fixateur peuvent être copiés par projection ; ils peuvent aussi être copiés par contact en interposant une pellicule transparente mince ; des papiers sensibles ont été préparés dans lesquels l'émulsion sensible est couverte d'un vernis imperméable soluble dans la solution faiblement basique que sont les révélateurs usuels.

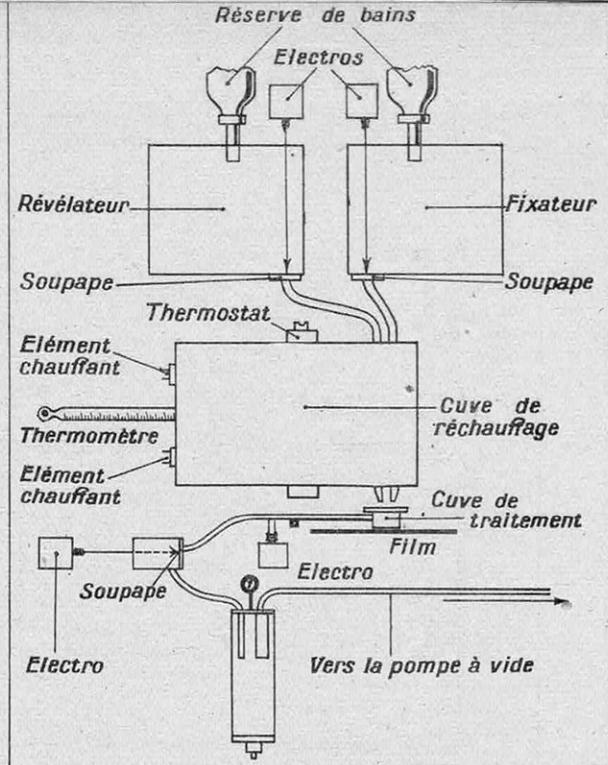
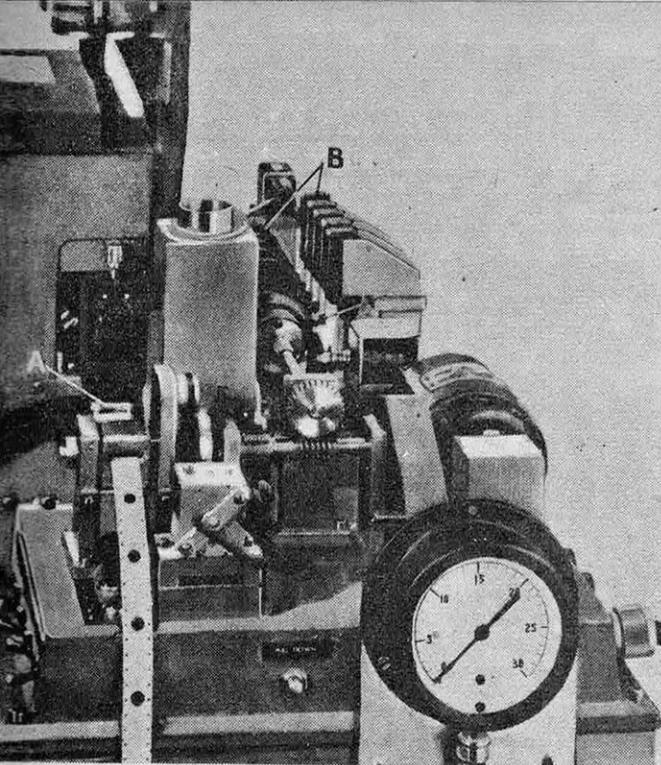


FIG. 3 ET 4. — PHOTO ET SCHÉMA DE L'APPAREIL P⁴I VU EN BOUT

A, lentille de projection; — B, cames et interrupteurs commandant les électroaimants. On remarque sur le schéma les électroaimants qui, commandés par un arbre à cames, assurent, au moment voulu, le remplissage de la cuve de traitement, sa vidange par le vide et le soulèvement de la cuve vide pendant le déplacement du film.

de la gélatine pour éviter sa fusion ou les accidents consécutifs à un gonflement excessif; on gagne évidemment plusieurs minutes si l'émulsion a été tannée en fabrication, et l'on est ainsi assuré d'un tannage plus complet; les bains peuvent alors être employés vers 50° C sous réserve d'ajouter au révélateur un antivoile énergétique. L'agitation joue un rôle essentiel en « arrachant » de la couche d'émulsion la pellicule de produits usés qui y adhère énergiquement; le moyen le plus efficace consiste à renoncer aux traitements par immersion et à projeter les bains sur la couche d'émulsion soit par jets, comme l'a indiqué A. Lovichi, soit par gouttelettes lancées sous forte pression par un vaporisateur, suivant la technique de A. R. Burkin.

Le développement le plus rapide est obtenu, quel que soit le développeur employé, par alcalinisation à la soude caustique, soit en bain unique, soit en deux bains, l'émulsion étant d'abord imprégnée d'une solution sulfiteuse du développeur (le plus habituellement de l'hydroquinone, quelquefois additionnée de génol), puis de la solution de soude caustique et de bromure; ce traitement en deux bains ne peut pas être aussi rapide, mais il est beaucoup moins onéreux, le premier bain, le plus coûteux, demeurant toujours identique à lui-même. En bain unique, la durée du développement a pu être réduite à 2 s, dans un révélateur concentré chauffé à 50° C. Il y a d'ailleurs lieu de remarquer que l'on ne peut accroître cette concentration au delà d'une certaine limite, car un révélateur trop chargé en sels ne diffuserait plus assez vite dans la gélatine.

Après développement dans un bain très fortement basique, il est nécessaire, avant de procéder au fixage, de passer les clichés pendant environ 1 s dans un bain acide pour neutraliser la majeure partie de l'alcali emporté par l'émulsion.

Les hyposulfites ne permettent pas le fixage en quelques secondes; force est donc de leur substituer un cyanure (à éviter en raison de la toxicité) ou un sulfocyanate (ou, en langage de droguiste, un sulfocyanure), mais ce sel présente deux inconvénients, longtemps considérés comme majeurs: d'une part, ses solutions peuvent, même à froid, dissoudre la gélatine et, d'autre part, le complexe soluble formé par réaction de ce sel sur le bromure d'argent précipite dans la couche de gélatine, qui devient ainsi opalescente, lorsque le cliché fixé est porté dans l'eau de lavage. Le premier de ces inconvénients a pu être évité par A. R. Burkin des Laboratoires de Recherches Ilford, en ajoutant au bain fixateur un sel neutre inerte, en l'espèce du sulfate de magnésium, pour le traitement des films tannés en fabrication, ou de l'aldéhyde formique pour le tannage complémentaire des films tannés avant ou pendant leur développement. Une solution à 50 % de sulfocyanate d'ammonium, employée vers 50° C, permet ainsi le fixage en 2 s de certaines émulsions. Tout risque de précipitation dans la gélatine lors du rinçage est évité en employant non de l'eau pure, mais une solution à environ 5 % d'hyposulfite dans laquelle les clichés séjournent pendant 1 s; à cette concentration, on peut, si besoin est, sécher provisoirement le cliché par un courant d'air chaud, tout autre lavage étant différé et reporté après la première exploitation; la durée de ce séchage est d'environ 5 s dans un courant d'air à 40° C.

Sur une pellicule portant une émulsion appropriée, le traitement exige environ 10 s, ou 6 seulement si le négatif peut être exploité sans avoir été séché. Il ne semble guère que des délais aussi courts puissent être réduits de façon appréciable par adoption de nouvelles techniques.

L.-P. CLERC

L'HÉMOPHILIE

par A. TÉTRY

Docteur ès Sciences

Si, dans sa lutte contre la maladie et la mort, la médecine a remporté de grands succès depuis les découvertes de Pasteur sur les agents des maladies infectieuses, il existe une autre catégorie d'affections qui paraissent devoir échapper longtemps à tout traitement : celles qui sont dues à une mutation défavorable et qui se transmettent d'un individu à ses descendants suivant les lois inexorables de l'hérédité. Les méthodes de sélection qui consistaient à interdire les mariages susceptibles de transmettre de telles maladies, outre qu'elles heurtent nos conceptions morales, se révèlent d'une efficacité médiocre parce que ces tares peuvent rester cachées pendant plusieurs générations (1). Au contraire, les progrès de nos connaissances sur le rôle de certaines substances appelées hormones, déversées dans le sang par les glandes à sécrétion interne, donnent l'espoir que l'on pourra, sinon guérir complètement, du moins atténuer les effets de certaines maladies héréditaires. Des résultats très encourageants ont été obtenus avec l'hormone sexuelle féminine dans le traitement de maladies dont l'hérédité est liée au sexe de l'individu et en particulier de l'hémophilie, ce mal terrible qui se traduit par des hémorragies très difficiles à arrêter et parfois mortelles.

DANS le Docteur Pascal, le romancier Émile Zola fait le portrait d'un enfant — le petit Charles Macquart — atteint d'une terrible maladie qui était alors considérée comme incurable et qui, précisément au début du xx^e siècle, avait conquis la célébrité parce qu'elle désolait au hasard des mariages princiers la plupart des familles régnantes de l'Europe : l'hémophilie.

Voici, empruntées à ce roman, quelques phrases qui présentent le tableau clinique de l'hémophilie type : « Elle portait une bague et, lui ayant passé la main sur la nuque, elle resta saisie de voir que sa caresse laissait une trace sanglante. On ne pouvait le toucher sans que la rosée rouge perlât à sa peau, la moindre piqure, le moindre froissement déterminaient une hémorragie... Une petite goutte rouge s'allongeait au bord de la narine gauche de l'enfant ; cette goutte tomba, puis une autre se forma et la suivit ; c'était le sang qui sortait tout seul, s'en allait... Charles se réveilla, il s'aperçut qu'il était plein de sang, il ne s'épouvanta pas, il était accoutumé à cette source sanglante qui sortait de lui au moindre heurt... Et Charles était mort sans une secousse, épuisé comme une source dont l'eau s'est écoulée ».

L'hémophilie se manifeste par des hémorragies cutanées et muqueuses, par des hémorragies articulaires caractéristiques, par des hématomes dont l'importance n'a aucun rapport avec celle du traumatisme qui les a produits. La cause de ces accidents tient à la défaillance d'un mécanisme de défense de notre organisme, qui, chez l'homme bien portant, assure l'obtention des vaisseaux sanguins lésés par une blessure, en provoquant la coagulation du sang au niveau de cette blessure (2). Chez l'hémophile, le sang reste fluide et l'hémorragie est extrêmement lente à s'arrêter.

La coagulation du sang

Nous pouvons reproduire *in vitro* la coagulation du sang. Le sang des mammifères est constitué par un liquide, le *plasma*, tenant en suspen-

sion des éléments figurés : globules rouges ou hématies, globules blancs ou leucocytes, et plaquettes sanguines ou thrombocytes. Retiré de l'organisme et abandonné à l'air dans un verre, le sang se prend rapidement en une masse ressemblant à une gelée : il est coagulé. Au bout de quelques heures, cette gelée se contracte et expulse un liquide ambré, le *sérum*. La gelée rouge restante constitue le caillot, formé par un réseau de fibrine retenant dans ses mailles les globules (fig. 1).

La coagulation du sang est un phénomène complexe dont le mécanisme a fait l'objet de diverses hypothèses qui ont été tour à tour abandonnées. C'est la théorie de A. Schmitt (1893) qui a survécu et dont sont dérivées toutes les conceptions modernes.

On admet depuis Schmitt que la coagulation du sang s'effectue en deux temps :

— le plasma sanguin renferme un ferment, la *prothrombine*, capable de provoquer la coagulation ; mais la prothrombine a besoin, pour agir, d'être préalablement activée. C'est cette activation qui constitue le premier temps de la coagulation. La prothrombine, dont la structure chimique est encore mal connue, semble être une protéine dont la molécule renferme un faible pourcentage d'hydrates de carbone ; son activation serait due à l'action d'une diastase appelée *tryptase plasmatique*, capable, en présence de l'ion calcium, de scinder la molécule de prothrombine et de la diviser en plusieurs molécules plus petites et actives de thrombine (fig. 2) ;

— à son tour, la thrombine, qui est elle aussi une diastase protéolytique, transforme une autre substance protéique du plasma, le *fibrinogène*, en un gel fibrillaire insoluble : la *fibrine* qui emprisonne les globules et forme le caillot.

(1) Voir : « La science de l'hérédité peut-elle améliorer l'espèce humaine ? » (*Science et Vie*, n° 279, novembre 1940).

(2) Voir : « Comment notre corps maintient ses équilibres vitaux » (*Science et Vie*, n° 361, octobre 1947).

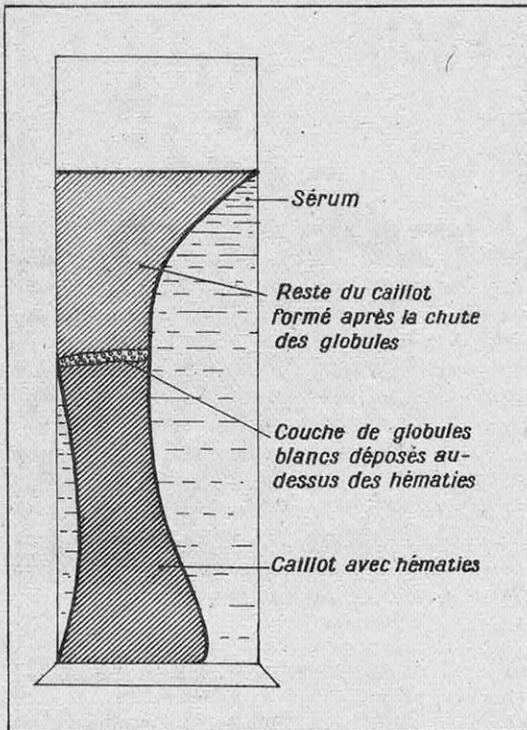


FIG. 1. — COAGULATION LENTE DU SANG DE CHEVAL DANS UNE ÉPROUVETTE

Lorsque la coagulation s'effectue lentement, les globules ont le temps de se stratifier dans l'ordre des vitesses de chute croissante, les hématies se trouvant à la partie inférieure du caillot, surmontées d'une couche de globules blancs.

Le mécanisme de la coagulation est encore incomplètement connu, et on ignore en particulier la nature des facteurs inhibiteurs qui font que le sang ne se coagule pas dans l'organisme et qui, dans les conditions normales, empêchent la tryptase d'activer la prothrombine. Chez un sujet normal, le mécanisme est déclenché très rapidement en cas de blessure : l'obturation du vaisseau lésé, qui demande entre neuf et vingt-quatre minutes, comprend une phase de précoagulation, trois à huit minutes, suivie de la phase de coagulation proprement dite (six à seize minutes). L'absence ou l'action défectueuse de l'un des facteurs indispensables à la coagulation détermine des troubles pathologiques plus ou moins graves. L'hémophilie, l'un de ces troubles, a pour cause un ralentissement considérable de la coagulation ; les valeurs moyennes des phases de précoagulation et de coagulation passent respectivement de dix-huit à soixante minutes, avec des valeurs extrêmes allant jusqu'à vingt-quatre minutes pour la première, et quatre-vingt-onze minutes pour la seconde.

Ce retard résulte d'un ralentissement dans la formation de la thrombine, dont l'origine serait imputable à un déficit de tryptase plasmatique, déficit qui freine l'ensemble des réactions que nous avons décrites. La formation extrêmement lente du caillot chez un hémophile fait que la plus légère blessure provoque une dangereuse hémorragie qui se traduit par la perte d'une quantité de sang

appréciable, sans rapport avec la gravité de l'accident.

Quant à la déficience de la tryptase, son origine est encore obscure ; mais, si on ignore l'enchaînement des causes qui la provoquent, un progrès considérable a été fait récemment puisqu'on a pu la rattacher à une autre déficience du milieu intérieur de l'organisme à laquelle il est beaucoup plus facile de remédier. Mais, comme cette découverte n'a pas été faite au hasard, nous en retracerons les étapes.

L'hémophilie, maladie dynastique

L'hémophilie est une maladie héréditaire dont le mode de transmission est assez particulier. Elle sévit à peu près exclusivement chez les jeunes garçons et les hommes. Si les femmes ne sont presque jamais atteintes, certaines peuvent par contre transmettre la maladie à leurs fils, lorsqu'elles sont « conductrices ». Enfin un homme sain est incapable de transmettre la maladie.

Il existe des familles où l'hémophilie sévit depuis plusieurs générations, et certaines de ces familles sont même devenues célèbres par la fréquence et la continuité du mal parmi leurs représentants. Citons, par exemple, les familles Mempel, Botte, Kieffer et Hessli. Les Mempel étaient originaires de Kirchheim près de Heidelberg. Leurs descendants ont émigré en Amérique et leur trace a été perdue, mais, en 1926, Klug a eu l'occasion d'examiner 50 personnes des deux sexes appartenant à deux familles descendantes directes d'Élizabeth Mempel : 20 garçons étaient hémophiles, toutes les filles étaient indemnes.

Le pedigree de la famille Tenna des environs de Zurich (fig. 3) est également instructif.

Mais la descendance hémophilique la plus célèbre est celle de la reine Victoria d'Angleterre (fig. 4). De l'union de cette reine « conductrice » avec le prince Albert de Saxe-Cobourg sont nés 9 enfants : 5 filles et 4 garçons. Trois filles et trois garçons étaient normaux quant à la coagulation du sang. Un garçon, Léopold d'Albany, était

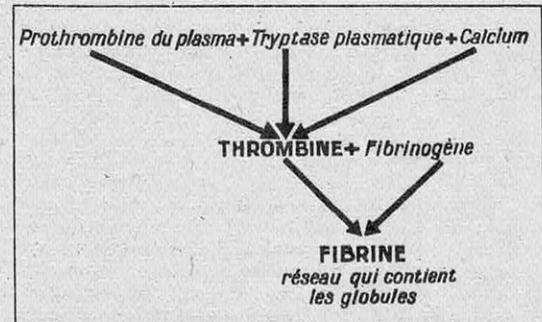


FIG. 2. — LES MÉCANISMES CHIMIQUES QUI PROVOQUENT LA COAGULATION DU SANG

Une diastase, la tryptase plasmatique, décompose les molécules d'une protéine inactive que renferme le plasma sanguin, la prothrombine, et les transforme en molécules actives de thrombine. Cette action nécessite la présence de l'ion calcium, ce qui explique que les sels de calcium (chlorure) se comportent comme des hémostatiques. La thrombine exerce à son tour une action diastasique sur le fibrinogène du plasma et le transforme en un gel fibrillaire, la fibrine, qui emprisonne les globules du sang et forme le caillot. La formation de la tryptase plasmatique est accélérée en présence d'hormones ovariennes et retardée par l'hormone mâle.

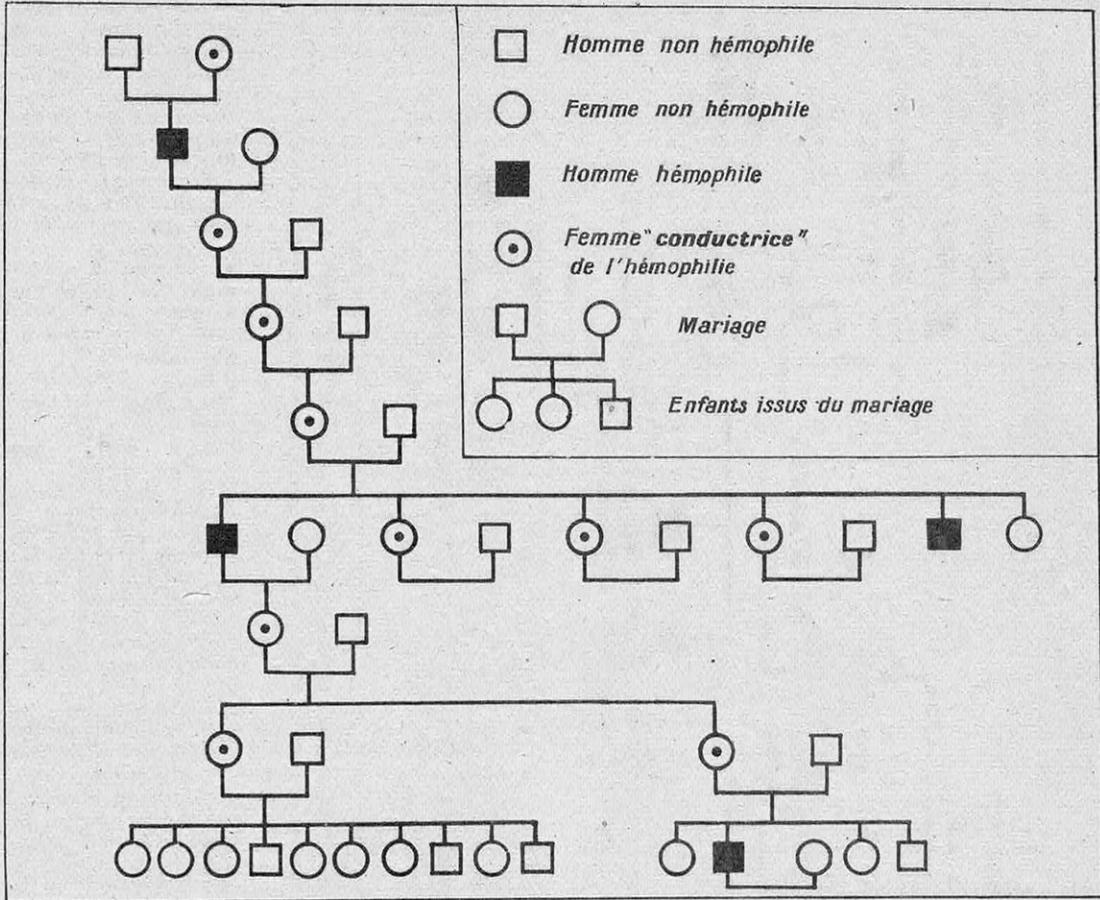


FIG. 3. — LA TRANSMISSION DE L'HÉMOFILIE DANS LA FAMILLE TENNA DES ENVIRONS DE ZURICH

hémophile ; sa fille, Alice d'Angleterre, « conductrice », a transmis la maladie à son fils Rupprecht. Les descendance d'Alice et de Béatrice, filles de Victoria, révélèrent que toutes deux étaient « conductrices » pour l'hémophilie. En effet, du mariage d'Alice et de Louis IV de Hesse naquirent 7 enfants dont 1 fils hémophile et 2 filles « conductrices » ; l'une d'elles, Irène, épousa Henri de Prusse et leurs deux fils Waldemar et Henri furent hémophiles ; l'autre, Alice, se maria avec le tsar Nicolas II, et leur unique fils Alexis (le tsarévitch) souffrait d'hémophilie. La descendance de Béatrice, fille de Victoria, fut aussi profondément entachée d'hémophilie ; de son mariage avec Henri de Battenberg elle eut deux fils, Léopold et Maurice, hémophiles, et une fille Victoria-Eugénie « conductrice ». De l'union de cette dernière avec Alphonse XIII naquirent 7 enfants dont 3 fils hémophiles. L'arbre généalogique des familles royales d'Europe est vraiment instructif quant au mode de transmission de l'hémophilie ; de la maison d'Angleterre, elle a gagné, par le hasard des mariages, les maisons de Battenberg, de Teck-Athlone, de Prusse, de Russie et d'Espagne. Cette maladie dynastique a eu des conséquences politiques considérables, trop connues pour qu'il soit nécessaire d'insister.

Les théories modernes de l'hérédité permettent

d'expliquer simplement le mode de transmission de l'hémophilie.

Comme tous les caractères héréditaires, l'hémophilie est liée à la nature d'un couple de gènes localisés dans une paire de chromosomes présente dans toutes les cellules, depuis la cellule initiale, ou œuf, qui a donné naissance à l'organisme. Mais les gènes qui commandent l'apparition de l'un des deux caractères opposés, « hémophilie » ou « coagulation normale », sont portés par des chromosomes particuliers : les chromosomes sexuels, ce qui explique que l'hérédité de la maladie soit liée au sexe. On sait, en effet, que le sexe, dans l'espèce humaine, est déterminé, dès la formation de l'œuf, par un couple de chromosomes qui sont symétriques chez les individus de sexe féminin et que l'on peut représenter par la formule XX, alors que chez l'homme ils sont dissymétriques et correspondent à une formule du type XY.

La réduction chromatique, dédoublement des cellules sexuelles en deux gamètes avec partage de chaque paire de chromosomes entre ces gamètes, produit, chez la femme, des gamètes féminins qui tous possèdent un chromosome X, et, chez l'homme, des gamètes masculins dont 50 % renferment le chromosome X et 50 % le chromosome Y (fig. 5). L'examen des combinaisons possibles entre gamètes féminins et mas-

valeur du patrimoine héréditaire des filles qui ont une chance sur deux d'être « conductrices », tandis que les garçons ont 50 % de chances d'être atteints.

2° Entre une femme saine et un homme hémophile. Tous les fils sont sains et toutes les filles sont « conductrices », donc dangereuses.

3° Une troisième possibilité de mariage est celui d'une femme « conductrice » apparemment saine avec un homme hémophile. Leur progéniture se composera d'un quart de fils sains, d'un quart de fils hémophiles, d'un quart de filles « conductrices », d'un quart de filles ayant deux gènes de l'hémophilie, donc théoriquement hémophiles ; pratiquement, il semble qu'aucun cas incontestable d'hémophilie féminine n'ait été observé ; cette anomalie s'expliquerait d'une part par la rareté de ce type de mariage (qui aurait cependant des chances de se produire dans une famille d'hémophiles pratiquant des mariages consanguins) ; d'autre part, par une impossibilité du gène de l'hémophilie à se manifester en présence d'hormones féminines.

Cette quasi-immunité des femmes à l'égard de l'hémophilie a orienté les chercheurs vers la découverte d'un traitement plus ou moins efficace de cette maladie que l'on a longtemps considérée — en tant que maladie héréditaire — comme incurable, et contre laquelle on ne savait que pratiquer des transfusions sanguines pour remplacer d'urgence le sang perdu par l'hémorragie.

Les hormones féminines dans le traitement de l'hémophilie

On sait que les glandes sexuelles, en plus de leur fonction de reproduction, jouent également le rôle de glandes à sécrétions internes. Elles versent dans le sang des hormones sexuelles qui non seulement commandent aux mécanismes de la reproduction, mais modifient profondément l'organisme à l'époque de la puberté en stimulant la croissance et en modifiant à la fois l'aspect physique et le comportement psychique de l'individu. Les hormones se retrouvent, plus ou moins dégradées, dans l'urine où elles peuvent être dosées.

Les hormones féminines comprennent : l'hormone œstrogène sécrétée par l'ovaire : œstradiol ou dihydrofolliculine qui commande le cycle menstruel (fig. 9), et la progestérone, hormone de la gestation sécrétée par le corps jaune. La première passe dans l'urine féminine, sous forme d'œstrone ou folliculine.

L'hormone masculine est la testostérone, qui se retrouve dans l'urine sous une forme dégradée, moins active, l'androstérone. Mais l'urine de l'homme normal renferme également des substances œstrogènes (donc féminines), en particulier l'œstrone, provenant de modifications de l'œstradiol. Le rapport quantitatif de l'androstérone à l'œstrone est d'environ 400/1.

Or, on a constaté que l'hormone ovarienne, que l'on supposait s'opposer chez la femme à l'apparition du caractère « hémophilie », manque précisément dans l'urine des hommes hémophiles.

Cet ensemble d'observations amena divers physiologistes à essayer de corriger l'hémophilie par l'action des hormones ovariennes. Une greffe ovarienne, réalisée chez deux hémophiles, réussit chez l'un d'eux dont l'état s'améliora. Des injections d'extraits ovariens totaux furent également expérimentées. Les résultats furent discordants et irréguliers, encourageants d'après

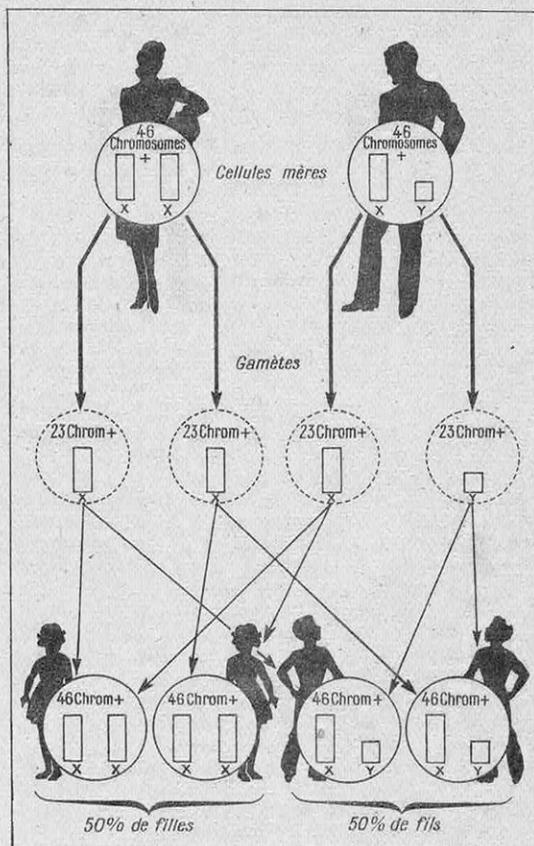


FIG. 5. — LE SEXE D'UN INDIVIDU EST DÉTERMINÉ PAR SES CHROMOSOMES SEXUELS

Les cellules humaines possèdent 24 paires de chromosomes, dont l'une présente une structure particulière, liée au sexe de l'individu. Alors que les individus de sexe féminin possèdent deux chromosomes sexuels semblables (XX), les individus de sexe masculin possèdent un chromosome X et un chromosome incomplet Y. Au cours de la procréation, les combinaisons des chromosomes sexuels de la mère et du père produisent 50 % d'œufs possédant un couple XX de chromosomes sexuels (d'où naîtront des filles) et 50 % d'œufs possédant un couple XY (d'où naîtront des garçons).

les uns, décevants d'après les autres. Il semblait cependant que les extraits ovariens totaux exerçaient une action favorable, mais peu importante, sur le temps de coagulation des hémophiles. Mais il fallut attendre la fabrication des hormones synthétiques pour que l'efficacité de tels traitements apparût nettement.

Turpin et ses collaborateurs ont repris, récemment, toute une série d'expériences destinées à mettre en évidence l'action des hormones sexuelles féminines et masculines sur l'hémophilie. Des injections intramusculaires de 5 mg de benzoate d'œstradiol sont faites à des hémophiles; après cinq à six jours de traitement, la durée du temps de coagulation est notablement raccourcie, l'état clinique évolue parallèlement ; mais l'amélioration n'est que passagère : elle cesse au bout de quelques jours, si le traitement n'est pas poursuivi.

Les mêmes essais ont été faits avec le stilbœstroïl,

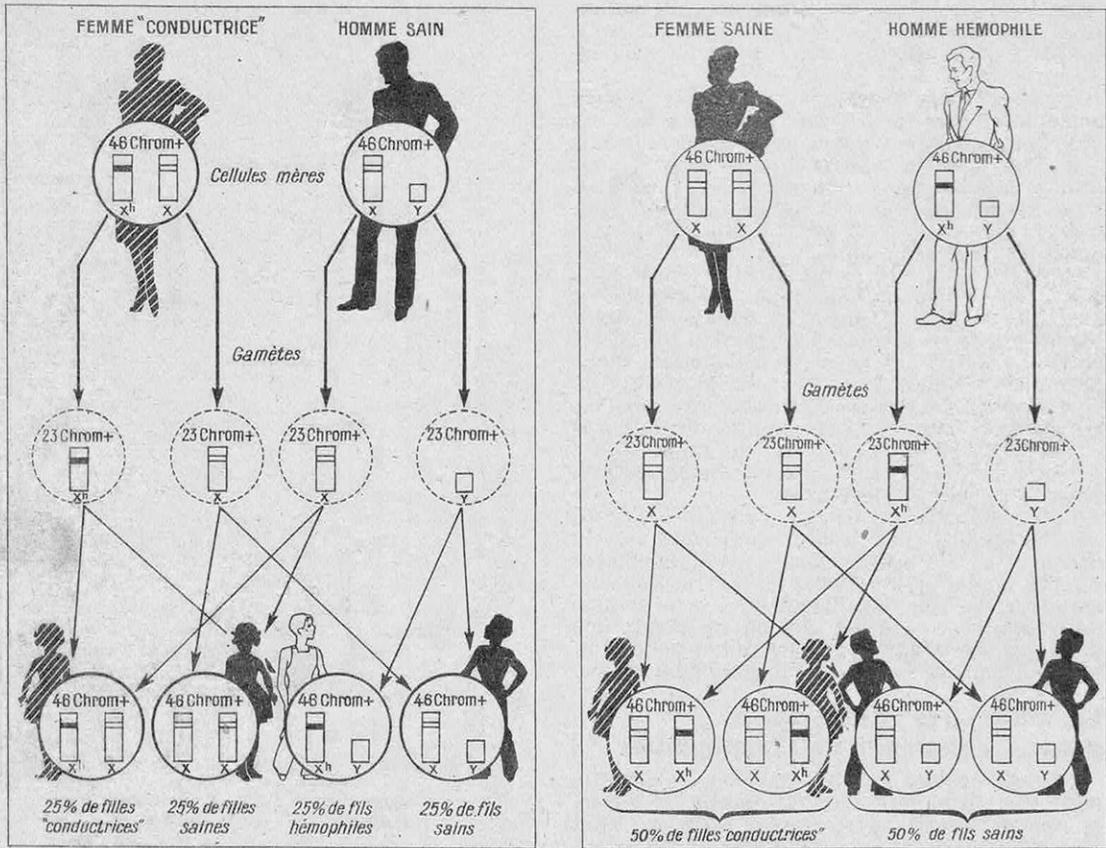


FIG. 6 ET 7. — LES DEUX CAS LES PLUS COMMUNS DE TRANSMISSION HÉRÉDITAIRE DE L'HÉMOPHILIE

A gauche, le mariage d'une femme « conductrice » avec un homme sain. C'est le cas du mariage de la reine Victoria avec le prince Albert. L'examen des combinaisons possibles des gènes paternels avec les gènes maternels montre qu'une telle union donne 25 % de chances d'avoir des filles « conductrices », 25 % d'avoir des filles saines, 25 % d'avoir des fils hémophiles et 25 % d'avoir des fils sains. A droite, une femme saine épouse un homme hémophile. Toutes les filles seront « conductrices » et tous les garçons seront sains (c'est le cas du mariage de Léopold, quatrième fils de Victoria, avec Hélène de Waldeck-Pyrmont).

substance synthétique ayant un pouvoir œstrogène deux à trois fois plus marqué que celui de l'œstradiol. A la suite d'injections intramusculaires journalières de 0,5 mg à 1 mg pendant cinq jours, le temps de coagulation redevient presque normal ; il ne faut pas dépasser la dose de 5 mg par vingt-quatre heures. Par voie buccale, le stilbœstrol est encore très actif, mais les doses quotidiennes s'élèvent et passent de 5 à 10 mg, pendant une semaine.

Les observations cliniques et la méthode de mesure optique du temps de coagulation (méthode de Lian et Sassier) montrent une action semblable et très nette des corps à fonction œstrogène, sur le retard de la coagulation. Le stilbœstrol n'agit d'ailleurs pas uniquement sur la coagulation ; son action s'accompagne d'une réaction mammaire douloureuse (le volume de la glande augmente parfois du double) et d'une pigmentation plus intense de certaines régions du corps.

Les hormones œstrogènes raccourcissant considérablement le temps de coagulation, il était logique de supposer que les hormones masculines ou androgènes l'allongeraient. La contre-épreuve fut tentée : une seule injection intramusculaire de 10 mg de propionate de testostérone à un hémophile

détermine une augmentation du temps de coagulation (60 p. 100 en moyenne) ; la progestérone, hormone femelle de la gestation, donne des résultats analogues. La comparaison des temps de coagulation met nettement en évidence les actions antagonistes des hormones œstrogènes et androgènes sur la durée de la coagulation.

La manifestation du gène de l'hémophilie est donc inhibée chez la femme par un processus lié à l'activité œstrogène ; au contraire, chez l'homme, l'hémophilie est doublement favorisée par l'absence d'activité œstrogène et par la présence d'une activité androgène.

Quelles sont les conséquences thérapeutiques de ces expériences ? Le stilbœstrol peut être utilisé à titre curatif et à titre préventif. En cas d'hémorragie, des injections intramusculaires de 5 mg de stilbœstrol en solution huileuse sont faites chaque jour jusqu'à arrêt de l'hémorragie, qui a lieu généralement dans les vingt-quatre ou quarante-huit heures, un certain délai étant nécessaire pour l'efficacité du stilbœstrol. Cette pratique ne dispense pas de la transfusion sanguine dans les cas graves et urgents. Turpin mentionne des effets spectaculaires ; une hémorragie ayant résisté quatorze jours aux traite-

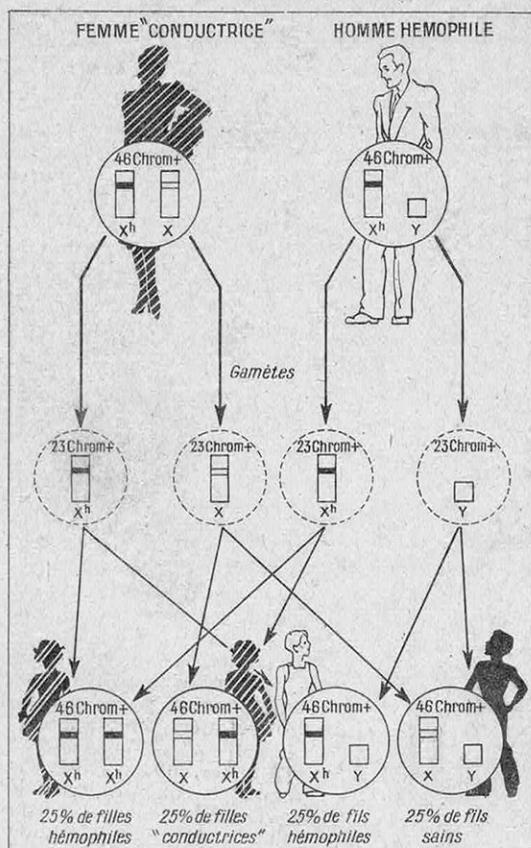


FIG. 8. — UN CAS EXCEPTIONNEL DE TRANSMISSION HÉRÉDITAIRE DE L'HÉMOPHILIE

Une femme « conductrice » épouse un homme hémophile, cas extrêmement rare, à moins de mariage consanguin, comme cela aurait pu se produire pour les petits-enfants de Victoria par un mariage entre cousins germains. Le résultat est 25 % de filles hémophiles, 25 % de filles « conductrices », 25 % de garçons hémophiles et 25 % de garçons sains.

ments habituels, avait provoqué une anémie importante; l'hémorragie fut arrêtée après absorption orale de 10 mg de stilbœstrol. Trois enfants immobilisés pendant plusieurs semaines par une hémarthrose du genou retrouvèrent la liberté de leurs mouvements après un traitement au stilbœstrol.

Le traitement préventif varie avec la gravité, la fréquence et l'intensité des accidents évolutifs. Une dose minimum permet de prévenir les hémorragies sans provoquer des réactions mammaires trop sensibles. En général, l'ingestion de 3 mg de stilbœstrol, trois fois par semaine, avec interruption du traitement pendant une semaine, et ainsi de suite, constitue une excellente cure d'entretien. Le stilbœstrol semble d'ailleurs influencer favorablement l'état général; un enfant hémophile, âgé de treize ans et soigné depuis quatre ans, se développe normalement. Un autre garçonnet, âgé aussi de treize ans, souffrait d'une énorme hémarthrose du genou gauche, vieille de cinq ans. Devenue chronique, elle gênait sa marche. Au bout de trois mois de traitement, l'enfant a grandi de 1 cm et grossi

de 4,8 kg, le volume du genou a diminué de moitié et la marche est redevenue normale; les saignements de nez, autrefois très fréquents, ont disparu; une hémorragie provoquée par une blessure accidentelle au doigt a été facilement arrêtée.

Les hormones peuvent « corriger » l'hérédité

Si les chromosomes de la cellule peuvent être examinés sous le microscope, les « gènes » ont longtemps été de simples « êtres de raison », mais la génétique est maintenant parvenue à dresser des sortes de « cartes » des gènes dans chaque chromosome. La théorie des gènes est maintenant parvenue à un très haut degré de certitude en raison de tous les phénomènes qu'elle permet d'expliquer.

Toutefois, si l'on est parvenu à établir un grand nombre de correspondances entre les gènes d'un individu ou de sa descendance et les caractères dont ils commandent l'apparition, il reste à expliquer comment ces gènes parviennent à faire de l'œuf, cette petite sphère d'apparence indifférenciée, un individu doté d'une personnalité unique qui est la résultante de tous les caractères qu'ils transmettent. La découverte de l'organisateur, substance chimique qui provoque la première différenciation des tissus dans l'embryon, celle des hormones, autres substances chimiques qui commandent le fonctionnement et le développement de notre organisme, ont prouvé que les actions génétiques se réalisent par voie chimique. Il est donc logique de penser que l'on pourra agir sur ces enchaînements quand leur mécanisme sera mieux connu.

Le traitement de l'hémophilie par l'œstradiol fournit un premier exemple d'une hormone capable de corriger un « mauvais » gène. On peut espérer que l'hérédité ne constituera plus pour les médecins de l'avenir une fatalité absolument inexorable, et que l'on pourra normaliser des individus déficients génétiquement et compenser, par l'apport d'une substance chimique adéquate, une mutation défavorable. Voici un autre exemple où cette méthode donne des résultats satisfaisants.

En 1944, Jean Rostand s'étonnait qu'on n'eût pas encore proposé une spécialité capillaire à base d'hormones œstrogènes, ou une pommade renfermant de l'hormone femelle pour remédier à la calvitie précoce. Cette affection héréditaire, limitée par le sexe, dépend d'un gène qui est « dominant » chez l'homme et « dominé » ou « récessif » chez la femme, c'est-à-dire que la présence d'un seul gène de la calvitie est suffisante pour provoquer la chute des cheveux de l'homme; au contraire, chez la femme, il faudra deux gènes pour déterminer une calvitie, toujours partielle. Pour expliquer cette différence, on admet que les hormones féminines réduisent la dominance du gène de la calvitie ou que les hormones masculines l'exaltent. Par suite, une féminisation locale du cuir chevelu ne diminuerait-elle pas la chute des cheveux?

Or, E. Juster a exposé récemment les résultats qu'il a obtenus dans le traitement de la calvitie et des alopecies séborrhéiques (1) par les œstrogènes. L'idée de ce travail a été suggérée

(1) Chute partielle ou totale des cheveux due à un hyperfonctionnement des glandes sébacées.

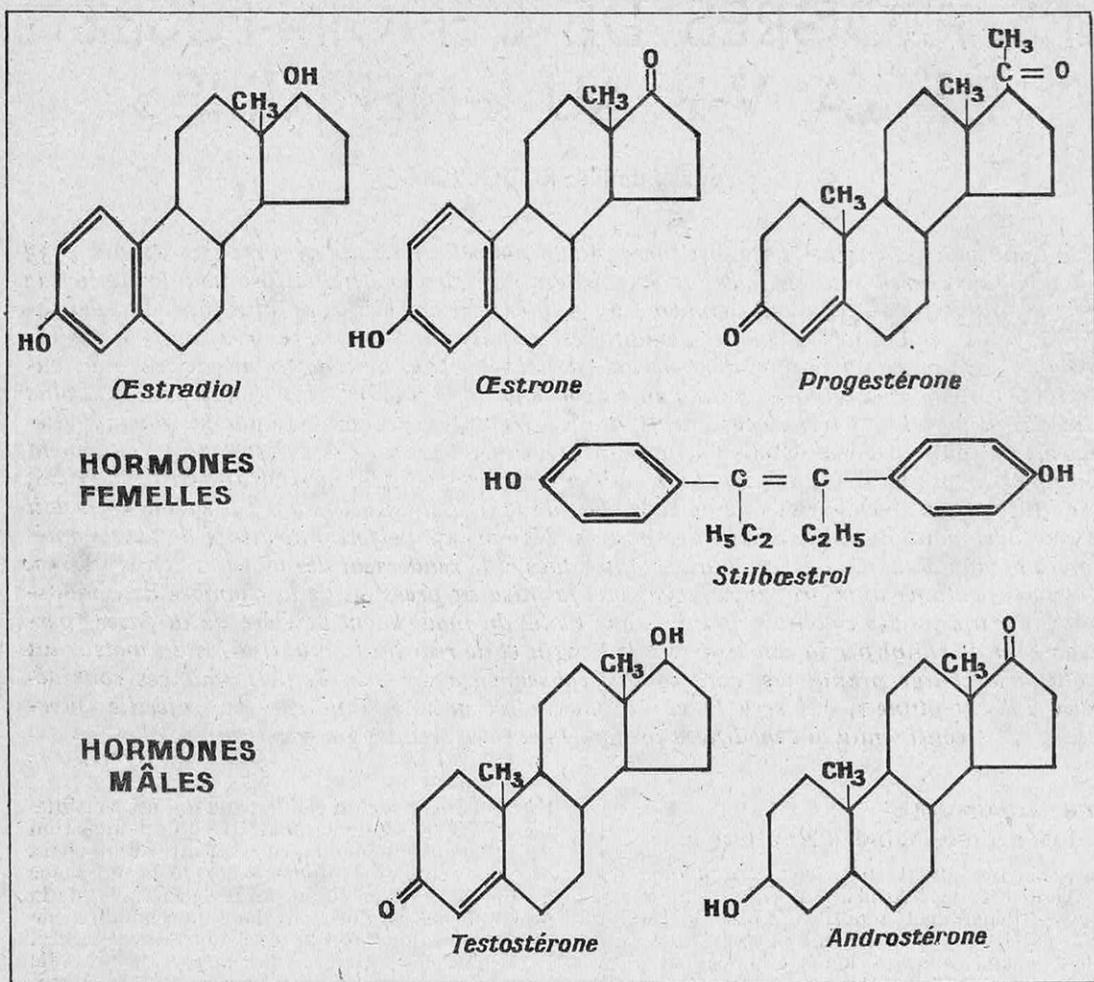


FIG. 9. — FORMULES DES HORMONES FEMELLES, NATURELLES ET SYNTHÉTIQUES, ET DES HORMONES MALES

Les hormones féminines naturelles sont l'œstradiol, hormone du rut, et la progestérone, hormone de la gestation. L'œstrone, ou folliculine, se trouve dans l'urine. Le stilbœstrol est un corps synthétique qui produit les mêmes effets que l'œstrone, mais qui, à dose égale, est plus actif. Enfin, les deux hormones mâles sont : la testostérone et l'androstérone, la première étant plus active que la seconde.

par les faits eux-mêmes ; d'une part, la calvitie des hypersexuels masculins, et, d'autre part, l'abondante et belle chevelure des femmes hyperfolliculinémiques. Des hommes chauves et des femmes atteintes d'alopecie précoce ou de la cinquantaine ont été traités avec des œstrogènes naturels (folliculine) ou synthétiques (stilbœstrol ou hexœstrol). La préférence est donnée à ces derniers, parce qu'ils peuvent être absorbés par voie buccale et sont d'un maniement plus commode. Au début des expériences, les doses utilisées étaient trop faibles. Mais, chez un sujet traité qui absorba par erreur 25 mg de stilbœstrol au lieu de 5 mg, une amélioration notable fut enregistrée. Ces doses élevées ne sont pas sans inconvénient ; elles provoquent de l'impuissance et le gonflement des seins. L'hexœstrol, tout aussi actif, n'entraîne pas ces ennuis.

Le traitement détermine successivement une diminution de la séborrhée du cuir chevelu, un

ralentissement de la chute des cheveux, puis une repousse des cheveux (dans quelques cas) après un traitement de plusieurs mois. Les applications locales d'œstrogènes à forte concentration (2 p. 100) donnent des résultats analogues, parfois moins rapides que ceux observés dans le traitement par voie interne. La combinaison des deux traitements interne et externe produit une repousse plus importante.

Les expériences que nous venons de décrire et leur généralisation possible à d'autres domaines de la thérapeutique offrent donc de grands espoirs.

La notion d'incurabilité des maladies héréditaires ou non doit être examinée avec prudence. Aucun pronostic ne saurait être définitif, il traduit seulement l'état de la recherche au moment où il est formulé.

LES PROGRÈS DE L'ENGIN-FUSÉE : DE LA V-2 AU « NEPTUNE »

par Camille ROUGERON

La technique des engins-fusées est encore toute nouvelle puisque ce n'est que depuis 1933 que les recherches allemandes ont été menées avec des moyens suffisants à la station de Peenemünde ; les Alliés n'ont commencé à s'y intéresser que beaucoup plus tard. La réalisation la plus remarquable dans ce domaine est aujourd'hui encore la V-2, mais il semble que l'on soit loin d'avoir atteint la période de stabilisation de cette technique très particulière, et de nombreux engins-fusées sont en cours de construction dans divers pays. Le plus intéressant par ses performances paraît être le « Neptune », commandé par la Marine américaine au constructeur d'avions Glenn Martin. Malgré son poids en charge de 5 t seulement contre 23 t pour la V-2, le « Neptune », V-2 à peine modifiée, atteindrait, en tir vertical, une altitude sensiblement double de celle obtenue avec l'engin allemand ; le même gain doit se retrouver dans la comparaison des portées. Nombre de perfectionnements de détail amélioreront sans doute encore les qualités balistiques et le rendement des moteurs de ces engins. Des modifications plus profondes, telles que la mise en pression de la chambre de combustion par l'inertie des colonnes liquides sous l'effet du mouvement accéléré de la fusée, permettraient de simplifier la construction de l'engin et de réduire les auxiliaires du moteur au profit de la charge propulsive, avec comme conséquence un gain de performances considérable. Le « Neptune », qui sera lancé en 1948, n'est qu'une étape vers le projectile intercontinental qui modifiera profondément l'aspect des guerres futures.

Une super-V-2 : la fusée américaine « Neptune »

LA Marine américaine, peut-être jalouse des lauriers de l'Armée qui avait lancé des V-2 légèrement modifiées à plus de 180 km d'altitude, a également entrepris des sondages « scientifiques » dans l'ionosphère, en attendant que les instruments contenus dans l'ogive puissent être remplacés par des produits moins anodins. Les engins sont en cours de fabrication chez Glenn Martin et doivent être tirés dans le courant de l'année. Mais des données assez détaillées ont déjà été publiées par les spécialistes du « Naval Research Laboratory » sur les caractéristiques de l'engin Glenn Martin HASR-2, le « Neptune ». Au lieu des 156 km d'altitude que devait atteindre la V-2, avec une charge utile de 1 000 kg, si l'on en croit les documents allemands, et au lieu des 183 km obtenus par l'Armée dans ses tirs de White Sands, le « Neptune » monterait à 382 km, avec une charge utile de 45 kg seulement, il est vrai.

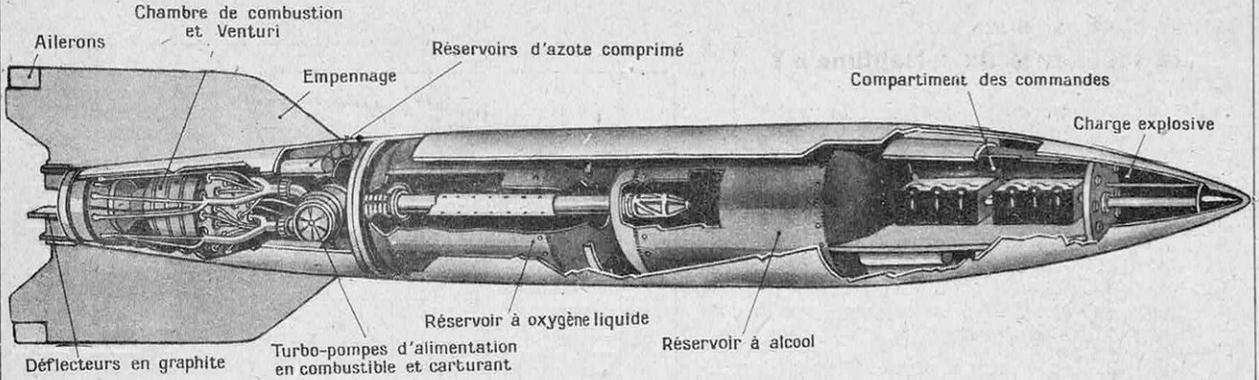
Le résultat annoncé est d'autant plus remarquable que le poids du « Neptune » est trois fois plus faible que celui de la V-2, et qu'on s'accorde généralement à considérer que celle-ci était encore assez éloignée du tonnage optimum. En emportant la même charge relative d'explosif que la V-2, le « Neptune » atteindrait encore une altitude plus de deux fois supérieure à celle de l'engin allemand, donc une portée au moins double.

Comment expliquer cette différence entre les performances de deux engins qui utilisent même combustible et même comburant, l'alcool et l'oxygène liquide, dans des moteurs de types

très voisins, avec un rendement qui est sensiblement le même ? Ce ne peut être qu'une question de « dimensionnement », c'est-à-dire d'un choix plus heureux de l'allongement, de la puissance du moteur rapportée au poids de la fusée, de la pression de combustion dans la chambre, de l'isolation calorifique du réservoir d'oxygène, etc. Il ne faut pas s'étonner de l'importance de tels gains. Les premiers constructeurs d'un engin se préoccupent beaucoup moins de ces questions que du fonctionnement correct d'une mécanique complexe qui multiplie les problèmes difficiles. Les mises au point d'une chaudière à permanganate et eau oxygénée, de turbo-pompes pour la reprise des liquides propulsifs en réservoirs légers, d'un corps de fusée soumis à des contraintes mécaniques et thermiques élevées, sont des réalisations si remarquables qu'on hésite à critiquer l'ensemble où se trouvent réunies ces merveilles et à croire qu'il suffit, pour en doubler le rendement, de les disposer différemment. Cependant, l'expérience est là qui montre jusqu'à quel point les performances peuvent différer suivant que l'allongement (rapport de la longueur au diamètre) est limité à la valeur de 8,45 sur une V-2, ou bien atteint les 16,9 d'un « Neptune », ou suivant que l'on aura perdu un peu plus ou un peu moins de place dans le dessin d'alléger la structure.

Les formes du « Neptune » et de la V-2 sont assez différentes (fig. 1) et, comme il est naturel, celles de l'engin de moindre tonnage, où la résistance aérodynamique, la « traînée », a une importance relative plus grande, ont été améliorées. C'est, en partie, la raison de l'allongement très élevé du « Neptune » : pour un poids trois fois plus faible, il a sensiblement même longueur

V₂ Longueur 14^m Diamètre 1^m66



NEPTUNE Longueur 13^m7 Diamètre 0^m81

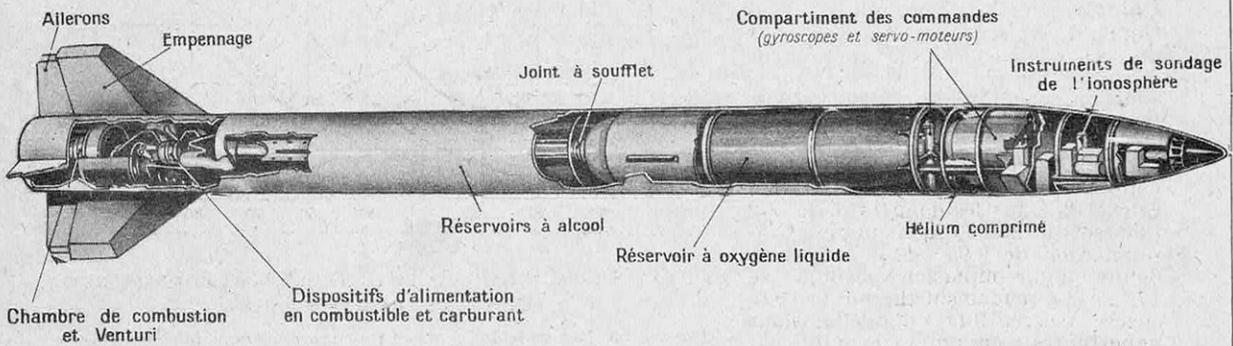


FIG. 1. — LA V-2 ET LE « NEPTUNE » REPRÉSENTÉS A LA MÊME ÉCHELLE

que la V-2, 13,7 m au lieu de 14 m, mais un diamètre réduit de 1,66 m à 0,81 m.

En réalité, l'allongement n'a pas l'importance qu'on est tenté de lui attribuer. L'étude en soufflerie des petits modèles de « Neptune » a montré que la traînée, au tonnage choisi, variait très peu pour des allongements compris entre 11 et 18. On a finalement choisi un allongement de près de 17, voisin du maximum permis, pour des considérations d'approvisionnement et de formage des tôles en alliages légers : le diamètre de 0 correspond aux tôles de 2,50 m

environ qui est la plus grande largeur fournie par les laminoirs, et la longueur doit correspondre à celle des rouleaux à cintrer. Au contraire, pour la V-2, par suite du tonnage plus élevé, la zone des allongements les plus favorables était décalée vers des valeurs plus faibles, et l'on s'en est tenu au plus faible, le tonnage imposant de toute façon l'assemblage de plusieurs tôles. Ce n'est donc pas, malgré la très grande différence d'allongement, de ce côté qu'on doit chercher l'explication de la supériorité des performances du « Neptune ».

Type	Charge utile (kg)	Altitude maximum (km)	Altitude en fin de combustion (km)	Temps de combustion (s)	Accélération maximum (g)	Vitesse en fin de combustion (m/s)	Poussée au sol (kg)	Poids total (kg)	Poids de combustible (kg)	Proportion de combustible (%)
V-2	1 000	183	57,6	67	6	1 585	23 800	12 986	8 950	69
Neptune	45	382	52,5	75	10,9	2 500	9 080	4 308	3 360	78
—	227	306	45,7	75	8,8	2 210	9 080	4 490	3 360	75
—	454	224	36	75	7,3	1 850	9 080	4 717	3 360	71,3
—	908	136	30,5	75	5,6	1 390	9 080	5 171	3 360	65

FIG. 2. — LES PERFORMANCES COMPARÉES DE LA V-2 ET DU « NEPTUNE » EN TIR VERTICAL

A quoi est due la supériorité du « Neptune » ?

Cette supériorité tient à trois raisons principales : l'augmentation du rendement thermique ; l'allègement de la structure qui a permis de relever la proportion de combustible ; l'accroissement de compacité, donc de densité moyenne, qui améliore les qualités balistiques au point de donner un excellent rendement avec un poids de l'ordre de 5 t.

Le rendement thermique, rapport de l'énergie cinétique du jet de gaz à l'énergie chimique du mélange combustible-comburant, a été relevé de 13 p. 100 environ en passant du moteur de la V-2 au moteur du « Neptune ». On voit sur le tableau de la figure 2 qu'un poids de 3 360 kg de combustible (eau oxygénée comprise), consommé en 75 secondes, donc au taux de 44,8 kg/s, exerce une poussée de 9 080 kg sur le « Neptune » ; on a coutume de mesurer le rendement thermique par « l'impulsion spécifique » au sol, c'est-à-dire la poussée correspondant au débit de 1 kg/s, qui est donc de 202 kg, alors que le même calcul, fait sur les données de la V-2 (poussée de 23 800 kg pour une consommation de 8 950 kg en 67 s) ne donne qu'une impulsion spécifique de 178 kg. Le rendement thermique reste encore susceptible d'améliorations importantes ; on notera la faible vitesse d'éjection, qui ne dépasse pas sur le « Neptune » 2 370 m/s en altitude, vitesse d'éjection d'une bonne fusée à poudre, malgré l'emploi de produits à pouvoir calorifique aussi élevé que le mélange alcool-oxygène. L'infériorité de la fusée à liquides tient à la faible pression dans la chambre de combustion, dont l'effet est particulièrement marqué à basse altitude. Il est probable que le gain de rendement sur le « Neptune » s'explique par le choix d'une pression de combustion plus élevée, qui se traduit (fig. 3) par une augmentation du poids des auxiliaires, et une réduction du poids du moteur proprement dit.

L'allègement de la charpente est un facteur essentiel du rendement de la fusée. La part faite au combustible sur la V-2 est de 69 % du poids total, pour une charge utile, représentée par l'explosif, de 1 000 kg. Pour une même charge utile relativement à son poids, c'est-à-dire pour une charge utile voisine de 350 kg, la part faite au combustible sur le « Neptune » est de 73 %. On peut évaluer d'une manière approchée le gain de vitesse dû à cet allègement du corps, entre 400 et 500 m/s (1).

La compacité du « Neptune » est très supérieure à celle de la V-2 ; sa densité moyenne est d'environ 0,67 au lieu de 0,48. L'effet immédiat est l'amélioration des qualités balistiques, qui explique notamment comment on a pu obtenir

1) Voir : « Armes nouvelles et bombardement intercontinental » (Science et Vie, n° 339, p. 247).

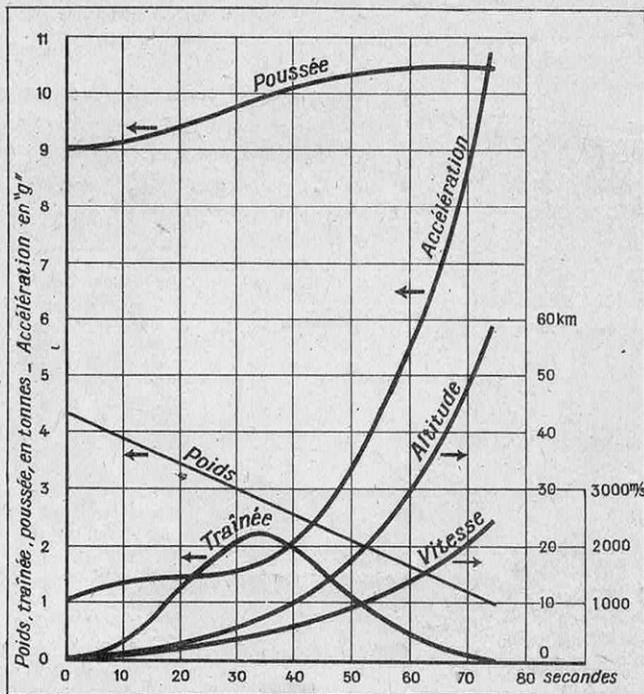


FIG. 3. — CARACTÉRISTIQUES DE LA TRAJECTOIRE DU « NEPTUNE » PENDANT LA PHASE PROPULSIVE

Les courbes ci-dessus donnent, en fonction du temps de combustion (en secondes) la poussée, le poids et la traînée en tonnes (échelle de gauche), l'accélération en g (échelle de gauche), l'altitude en kilomètres et la vitesse en mètres/seconde (échelles de droite). Les caractéristiques ont été calculées en supposant le poids au départ égal à 4 220 kg. La combustion de la charge propulsive s'effectuant à vitesse constante, la poussée est légèrement croissante à mesure que la fusée gagne en altitude. La traînée croît d'abord en même temps que la vitesse, puis tombe pratiquement à zéro dans l'ionosphère. L'accélération, la vitesse et l'altitude présentent des courbes rapidement croissantes à la fin de la phase propulsive, parce que la poussée constante s'exerce sur une masse de plus en plus faible. C'est ce qui explique les gains considérables de performances que l'on peut réaliser en prolongeant quelque peu les courbes vers la droite par un accroissement du rapport de la charge propulsive au poids total de l'engin.

un excellent rendement d'un engin trois fois plus léger que la V-2. L'effet de la compacité accrue ne peut d'ailleurs pas être séparé de celui de l'allègement ; c'est en grande partie à l'accroissement de compacité que le « Neptune » doit de pouvoir emporter davantage de combustible pour un même poids mort.

D'où viennent, sur le « Neptune », ces possibilités accrues d'allègement et de compacité ?

L'allègement du projectile fusée

Si l'on se reporte au graphique de la figure 4, on note tout d'abord une grosse économie de poids sur les empennages et gouvernes qui, de la V-2 au « Neptune », passent de 605 kg à 92 kg. Elle s'explique à la fois par l'allègement plus élevé du « Neptune » qui permet d'obtenir le même couple de stabilisation ou d'orientation avec des surfaces moindres, et par la suppression des déflecteurs en graphite placés dans le jet

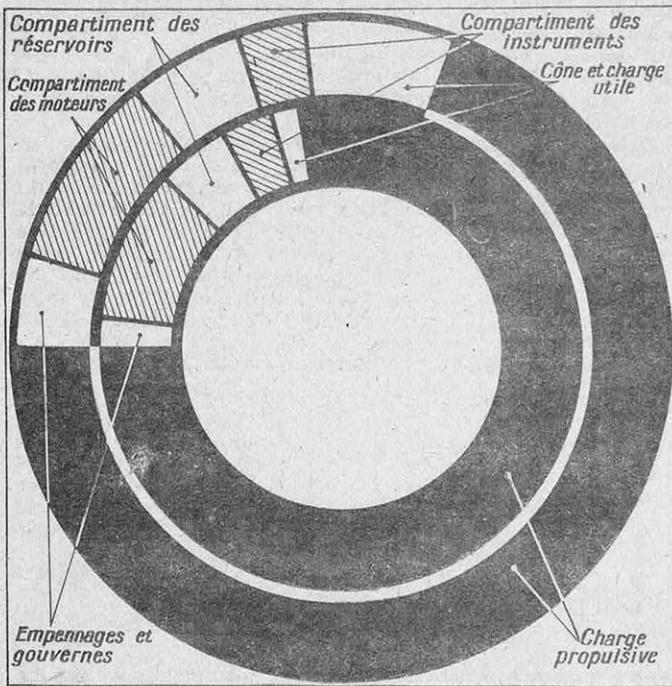


FIG. 4. — COMPARAISON GRAPHIQUE DES DEVIS DE POIDS D'UNE V-2 ET DU « NEPTUNE »

On a représenté, en pourcentage du poids total, les poids de diverses parties de la fusée et le poids de la charge propulsive. Le devis de poids du Neptune, qui correspond à une charge utile de 45 kg, est indiqué sur le diagramme intérieur. Celui de la V-2 est indiqué sur le diagramme extérieur.

de gaz de la V-2 pour le contrôle dans les zones à très faible densité. L'économie sera probablement moindre sur les engins non « expérimentaux », où l'on demandera un radioguidage, mais il semble bien qu'un gain sérieux subsistera par rapport à la solution allemande, particulièrement lourde, de déflecteurs dont le poids est la moitié de celui du moteur, et qu'on pourrait remplacer par des chambres de combustion ou des tuyères orientables.

Un autre allègement a pu être obtenu sur la charpente du compartiment des réservoirs et les réservoirs eux-mêmes, puisque le poids de ces articles ne représente sur le « Neptune » que 4,85 % du poids du contenu, contre 8,5 % sur la V-2. C'est la plus importante des économies réalisées qui, elle, doit subsister intégralement en passant du « Neptune » à l'engin non « expérimental ». Il semble cependant, au premier abord, qu'il soit difficile de faire beaucoup plus léger que la V-2, dont l'enveloppe extérieure du compartiment des réservoirs est en tôle d'acier de 0,6 mm pour un diamètre de 1,66 mm. Mais une tôlerie aussi mince doit évidemment être raidie par des éléments longitudinaux serrés, tenus sur des couples appuyés eux-mêmes sur un deuxième jeu d'éléments longitudinaux plus gros sur lesquels les réservoirs reposent par l'intermédiaire de cales (fig. 5). L'isolation du réservoir d'oxygène, sur la V-2, est très poussée. Si l'on en croit les résultats d'essais américains, la perte d'oxygène, une fois le réservoir refroidi, s'établit à 2 kg par minute. Il n'y aurait que des avantages à ce qu'elle fût

dix fois plus élevée, si les 20 kg d'oxygène ainsi perdus, qu'il faut rapporter aux 4 800 kg contenus dans le réservoir, économisaient un poids d'isolant très supérieur, sans compter le poids de métal imposé par son encombrement.

Au total, on trouve que toutes ces installations extra-légères de réservoirs minces séparés de l'enveloppe pèsent, avec celle-ci, 760 kg. Pour le même poids, on pourrait établir un réservoir résistant de même longueur et de même volume en alliage léger, de 9 mm d'épaisseur, qui supporterait une pression de 40 à 50 kg/cm², nettement supérieure à celle que donnent les pompes.

On ne se rend pas toujours compte de ce que coûtent, en poids, les solutions compliquées où l'on cherche à employer les épaisseurs les plus faibles d'un métal qu'on est ensuite obligé de consolider par des raidisseurs. Il y a cependant longtemps qu'on renonce, en marine, à incorporer à la charpente travaillante des superstructures légères éloignées conçues sur ce principe ; on y perd plus qu'on n'y gagne. Les constructeurs de l'avion amphibie Republic « Seabee » ont fait récemment la même découverte. En passant à la production de série de leur prototype, dont l'aile était des plus classiques, ils se sont aperçus qu'un léger renforcement du bordé accompagné de la suppression de la plupart

des éléments de soutien était aussi avantageuse pour l'allègement que pour l'économie de fabrication.

La solution la plus légère pour le logement de l'alcool et de l'oxygène est donc, de beaucoup, celle qu'ont employée les ingénieurs de Glenn Martin : un réservoir d'alcool faisant partie constituante de la charpente générale ; un réservoir d'oxygène liquide séparé, très faiblement isolé.

Il faut enfin signaler l'allègement important réalisé du côté du moteur-fusée, établi par la Reaction Motors, qui est d'autant plus remarquable qu'il s'accompagne de l'économie de consommation précédemment signalée.

La compacité

La compacité d'un engin-fusée a même importance au moins que l'allègement, d'abord parce qu'elle est le plus souvent à la base de celui-ci, ensuite parce qu'elle améliore les qualités balistiques.

Il suffit d'examiner les dessins de la figure 1 pour se rendre compte de la grosse amélioration de compacité réalisée en passant de la V-2 au « Neptune », aussi bien dans le compartiment des réservoirs que dans celui du moteur. La densité moyenne, portée de 0,48 à 0,67, malgré un allègement général de l'engin, en précise la valeur.

On se représentera mieux le gain réalisable sur l'exemple du compartiment des réservoirs de la V-2. Très sensiblement cylindrique, son diamètre est de 1,66 m et sa longueur de 6,15 m.

Son volume est donc de 13,6 m³. Or il loge deux réservoirs d'alcool et d'oxygène liquide de 4,3 m³ chacun, soit 8,6 m³ au total. C'est donc sensiblement 5 m³ qui sont perdus dans l'isolation, dans l'intervalle ménagé entre réservoirs intérieurs et revêtement extérieur, comme entre les fonds bombés opposés ou entre ces fonds et les cloisons d'extrémité du compartiment.

Comme on vient de voir qu'on n'y gagne rien, bien au contraire, du point de vue poids, on peut mesurer ce que coûte l'aménagement d'un compartiment avec des réservoirs séparés, et l'économie prétendue des fonds bombés, choisis parce qu'ils supportent une pression supérieure pour une même épaisseur. La solution appliquée sur la V-2 et rejetée sur le « Neptune » est celle que l'on a abandonnée sur les pétroliers depuis près de trois quarts de siècle au profit du logement direct dans les grands compartiments de la coque. En cherchant, on trouve bien encore quelques navires où l'on double une isolation calorifique d'une « lame d'air » sans bourrage, pour la raison que l'amélioration, bien faible, du coefficient de transmission est « gratuite » puisqu'elle ne coûte que de la place. Or, la place, c'est du poids. Ce n'est pas au moment où l'on élimine ces solutions jusque dans la construction des habitations en substituant à la double

fenêtre la double vitre avec isolant interposé qu'on peut les accepter sur des engins-fusées. On ne doit jamais oublier qu'une lame d'air de 15 cm autour d'un compartiment cubique de 2 m de côté absorbe plus de la moitié du volume intérieur.

L'aboutissement normal des exigences en compacité, ce n'est pas seulement l'incorporation des réservoirs à la structure résistante du corps de l'engin ; c'est très probablement la substitution de l'acide azotique, enrichi de peroxyde d'azote, de densité 1,62, à l'oxygène liquide dont il n'a pas les besoins d'isolation (1) ; c'est peut-être même l'utilisation d'une tranche d'engin comme chambre de combustion.

Pompes ou réservoirs sous pression ?

Pour alimenter la chambre de combustion, on a le choix entre des réservoirs résistants, d'où combustible et comburant sont chassés sans pression, et des réservoirs légers, où des pompes puisent les produits pour les envoyer sous pression dans la chambre. L'expérience de la première solution a été faite sur la « Wac

(1) Voir dans « Les fusées à liquides (*Science et Vie*, n° 351, p. 265) les avant-projets B. M. W. d'avions-fusées à acide azotique-visol.



FIG. 5. — LA CHARPENTE DE LA V-2 AU NIVEAU DU COMPARTIMENT DES RÉSERVOIRS

Le revêtement extérieur en tôle d'acier de 0,6 mm est raidi par trois jeux d'« omégas », de couples et d'éléments longitudinaux, en acier, d'épaisseur croissant de 1 à 1,7 mm, les réservoirs reposant sur ces derniers par des calages. L'emploi de l'acier a évidemment pour but d'augmenter la résistance à l'élévation de température au cours de la traversée à grande vitesse des basses couches de l'atmosphère. Il doit pouvoir être remplacé par un alliage léger si les parois, plus épaisses, donc à plus grand volant calorifique, sont refroidies par des gaz sous 10-15 kg/cm² pendant la montée, et si la descente se fait en vol plané.

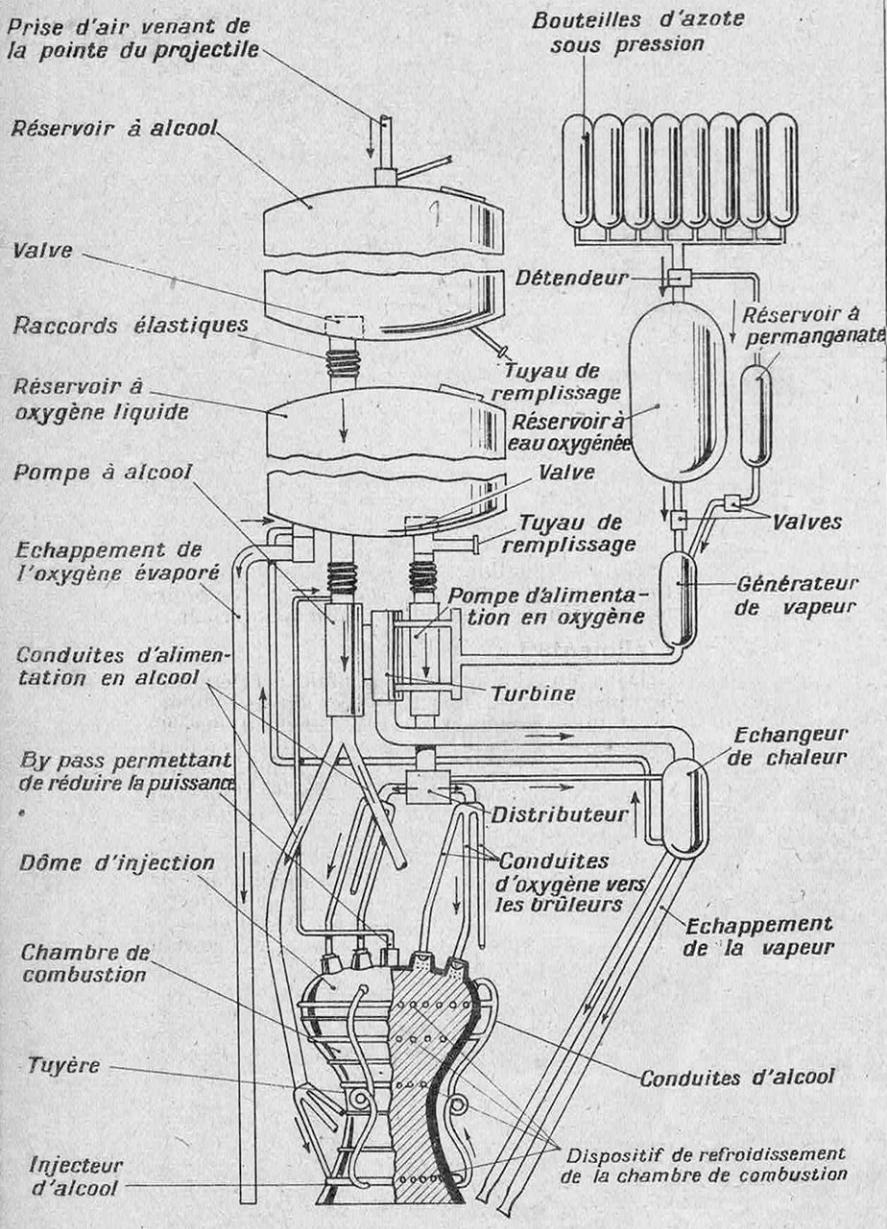


FIG. 6. — SCHÉMA DE L'ALIMENTATION D'UNE V-2

Corporal » (fig. 7) ; celle de la deuxième sur la V-2, le « Neptune » et les chasseurs-fusées ; il est généralement admis qu'elle est préférable pour les durées de fonctionnement élevées.

La question ne nous paraît pas tranchée pour autant. En fait, la durée de combustion optimum dépend de nombreux facteurs.

Théoriquement, une combustion rapide est avantageuse, ce qui tient au principe même de la fusée : la poussée est indépendante de la vitesse et l'augmente à chaque instant de la même quantité, quelle que soit la valeur à laquelle elle s'ajoute. En tir vertical par exemple, dans des conditions où l'on pourrait négliger la ré-

sistance de l'air, une vitesse de 200 m/s imprimée instantanément élèvera la fusée de 2 000 m environ. Si l'on attend l'arrêt pour imprimer une deuxième fois la même vitesse de 200 m/s, le gain total de hauteur sera de 4 000 m, alors qu'il atteindrait 8 000 m si les deux fractions de 200 m/s, ajoutées sans interruption, avaient porté la vitesse à 400 m/s.

Mais cet avantage de principe doit être mis en balance avec la perte de vitesse liée à la traînée accrue, surtout dans les basses couches de l'atmosphère, comme avec l'augmentation de poids mort qui tient au relèvement de la puissance du moteur. Il n'est évidemment pas question de négliger la traînée sur les avions-fusées, ni même sur les V-2, où elle est beaucoup plus faible. Cependant, on peut envisager des projectiles plus lourds que les 13 t d'une V-2, et ils s'imposent pour les très grandes portées ; leur traînée, prise sous la forme du « coefficient balistique », diminuera dans le rapport où augmenteront les dimensions linéaires. D'autre part, les formes de ces projectiles peuvent être améliorées. Le projectile-fusée de 50 à 100 t aux formes améliorées s'accommoderait certainement d'une combustion plus rapide et d'une accélération plus élevée que le 1,1 g au départ de la V-2.

La nature du combustible influe sur les performances, et indirectement sur le régime de la combustion, à la fois par son pouvoir calorifique et par sa densité. Le pouvoir calorifique n'a pas l'importance qu'on est tenté de lui attribuer au premier abord, parce que les mélanges à très fort pouvoir calorifique ne peuvent pas, pour différentes raisons, utiliser cette supériorité. On n'en veut comme exemple que la vitesse d'éjection des gaz sur les V-2, dont les 2 100 m/s ne sont pas supérieurs à la moyenne des vitesses obtenues avec les poudres à teneur modérée de nitroglycérine. La densité joue un rôle plus important que le pouvoir calorifique ; les liquides trop légers augmentent inutilement les dimensions du corps de la fusée, donc sa traînée. Du seul point de vue de la réduction de traînée, l'emploi d'acide azotique dans les fusées justifierait un régime de combustion plus rapide.

Le poids de l'appareil moteur intervient fréquemment pour ralentir le régime de combus-

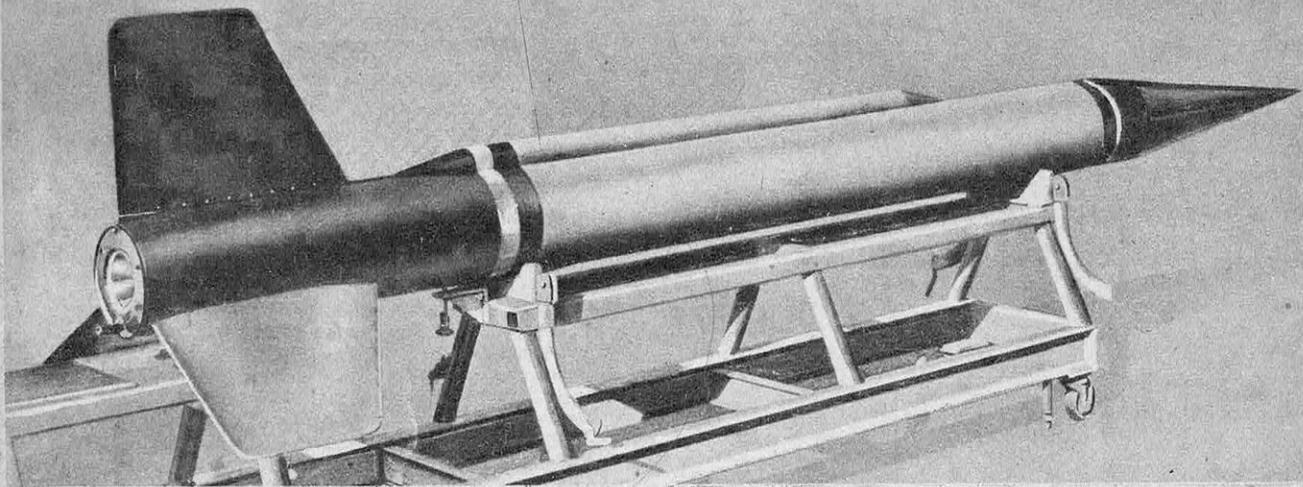


FIG. 7. — LA FUSÉE AMÉRICAINE « WAC CORPORAL » DESTINÉE AU SONDAGE DE LA HAUTE ATMOSPHÈRE

Cette fusée, d'un poids total de 300 kg, pèse 136 kg à vide. Elle emporte des instruments de mesure dont les indications sont transmises automatiquement par radio à la station de lancement. La « Wac Corporal » est montée à 70 km.

tion optimum. Sur les engins à deux liquides contenus en réservoirs sous pression, l'alourdissement, quand on relève la puissance, tient surtout à l'augmentation de volume nécessaire de la chambre de combustion. Mais, sur les engins genre V-2, il s'y ajoute le poids mort accru du dispositif d'alimentation : pompes, turbine d'entraînement des pompes, chaudière alimentant la turbine.

C'est la raison des accélérations relativement modérées du « Neptune » comme de la V-2, et ce sera un gros avantage de toute simplification du genre de celle qui est indiquée plus loin, que de permettre un relèvement important de puissance sans qu'on ait à lui consacrer un poids exagéré.

La comparaison entre le logement en réservoirs résistants et en réservoirs légers fait intervenir un autre élément, qui est le poids, non négligeable, des gaz comprimés utilisés pour la chasse dans le premier cas.

Pour une chasse sous 25 kg/cm^2 de $8,6 \text{ m}^3$ d'oxygène liquide et d'alcool, il faut environ 260 kg d'air ou d'azote comprimé, soit près d'une tonne en tenant compte des récipients qui les contiennent. La solution des turbo-pompes alimentées à l'eau oxygénée et au permanganate paraît un peu plus légère. Pour l'affirmer, il faudrait cependant tenir compte de la place occupée par toute cette mécanique, et de sa répercussion sur le bilan des traînées ; la conclusion s'inverserait probablement.

Mais il y a bien d'autres moyens de réduire la dépense de gaz comprimés : réchauffage des gaz de chasse, vaporisation partielle des liquides contenus dans les réservoirs, emploi direct des produits de décomposition de l'eau oxygénée.

Ainsi, ni du point de vue de l'économie de poids sur les réservoirs, ni du point de vue de l'économie de poids sur les gaz consommés pour la chasse, la solution des réservoirs légers où combustible et comburant sont repris par des pompes ne se justifie. A la pression admise dans la chambre de combustion d'une V-2, la solution la plus légère comme la plus simple est celle des réservoirs résistants, mis sous pression par l'un des procédés indiqués, ou les nombreux autres qui seraient tout aussi économiques. Mais un gros perfectionnement peut être apporté, qui permet de multiplier par deux ou trois la

pression disponible dans la chambre de combustion, pour une même résistance des réservoirs et une même pression de gaz à leur intérieur.

L'alimentation par inertie

Dans un mouvement à grande accélération, la pression naturellement exercée par les colonnes de liquide se trouve considérablement accrue. Pourquoi ne pas utiliser cette surpression pour alimenter la chambre de combustion, ce qui permettrait de supprimer à la fois les réservoirs épais et toute la mécanique des pompes de reprise en réservoirs légers ?

Dans un engin vertical au repos ou à vitesse constante, sans pompes, la pression dans la chambre de combustion, si l'on néglige les pertes de charge dans les tuyautages, est la somme de la pression dans les réservoirs et de la pression correspondant à la hauteur de colonne liquide. Par exemple, au départ, si la pression au-dessus d'un alcool de densité 0,9 est de $1,4 \text{ kg/cm}^2$, et si sa surface libre est à 10 m au-dessus de la chambre de combustion, la pression sous laquelle il pénètre dans la chambre est d'environ $2,3 \text{ kg/cm}^2$.

Dès que la fusée décolle, avec l'accélération $1,1 g$ par exemple, qui est celle des V-2, la pression due à la hauteur de colonne liquide est multipliée par 2,1 ; elle est multipliée par 7 en fin de combustion, lorsque l'accélération passe à $6 g$ par réduction de la masse de la fusée et amélioration de son rendement thermique. Il s'ajoute donc, à la pression des gaz utilisés pour la chasse, une pression proportionnelle à chaque instant à la hauteur de la colonne liquide et à l'accélération majorée d'une unité.

Il n'est pas très difficile d'organiser l'engin pour que cette pression soit à peu près constante. Si le corps de fusée était entièrement cylindrique, plein d'un seul liquide de la chambre de combustion à l'extrémité avant, et qu'on pût négliger le poids du corps et du moteur-fusée devant celui du liquide, la surpression due à l'inertie, pour une poussée constante, resterait constante, puisque l'accélération et la hauteur de colonne liquide varieraient en sens inverse. Mais la poussée constante donnée par la combustion uniforme n'est certainement pas aussi favorable que la poussée croissante, qui est donnée naturellement par des réservoirs placés sur

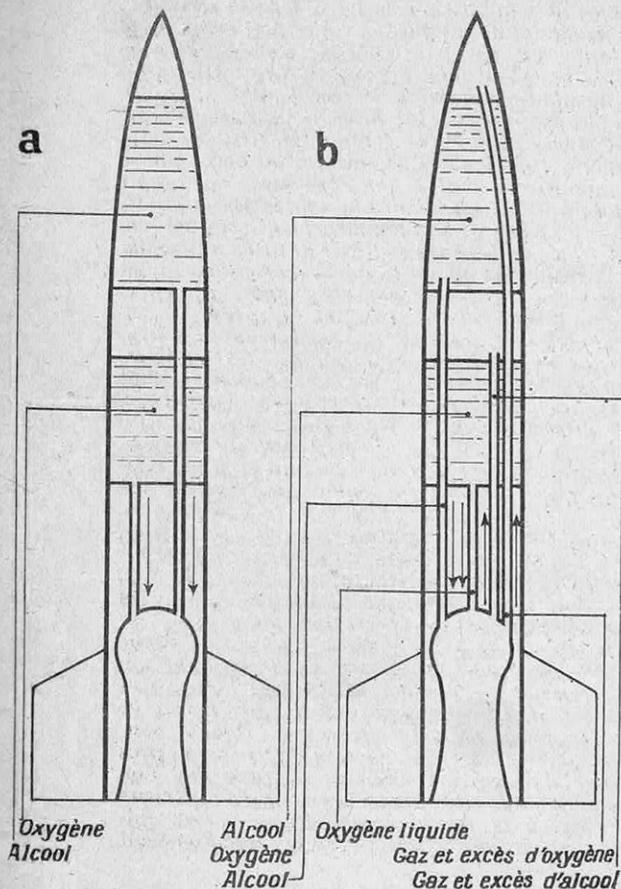


FIG. 8. — LE PRINCIPE DE L'ALIMENTATION PAR INERTIE

En (a), si la pression dans les réservoirs est suffisante, compte tenu de la distance de leur surface libre à la chambre de combustion, pour que la poussée initiale soit supérieure au poids, la fusée s'élève en mouvement accéléré, la pression initiale étant accrue à chaque instant du produit de la hauteur de colonne liquide par l'accélération correspondante. Par exemple, si la surface libre de l'alcool se trouve à 10 m au-dessus de la chambre de combustion et si l'accélération en fin de combustion est de 6 g, l'alcool sera injecté dans la chambre sous la pression des gaz qui le surmontent, majorée de $7 \times 0,9 = 6,3 \text{ kg/cm}^2$. Sur les fusées de gros tonnage et de grand allongement, la pression due à l'inertie peut atteindre des valeurs voisines de 20 à 25 kg/cm^2 et, s'ajoutant à une pression de 10 à 15 kg/cm^2 dans le réservoir, rendre inutiles les chaudières à eau oxygénée, turbines et pompes d'alimentation; l'appareil moteur se réduit alors à une chambre de combustion. — En (b), les réservoirs sont mis sous pression par simple prélèvement de gaz dans la chambre de combustion, la différence de densité, donc d'inertie, entre la colonne liquide et la colonne gazeuse pouvant maintenir une pression suffisante dans le réservoir malgré les pertes de charge du circuit. Par exemple, pour une pression de 35 kg/cm^2 dans la chambre, on assurera 15 kg/cm^2 dans le réservoir et 20 kg/cm^2 par la différence d'inertie des colonnes liquide et gazeuse, ces 20 kg/cm^2 servant à vaincre les pertes de charge dans un tuyautage de section faible pour un grand débit.

l'avant, avec charge utile (explosif, pilote...) sur l'arrière. Au surplus, la décomposition des réservoirs s'imposera, pour qu'ils ne soient pas soumis à une trop grande part de la surpression par inertie; et il ne sera pas très compliqué de

joindre à leur mise en service successive un réglage général de la pression.

Pour que la pression de la colonne liquide soit le facteur principal de la pression dans la chambre de combustion, on logera donc combustible et comburant aussi à l'avant que possible, en donnant en outre à l'engin l'allongement maximum, supérieur même à l'allongement optimum du point de vue aérodynamique; on recherchera l'amélioration maximum en choisissant le régime de combustion le plus rapide, et on pourra dépasser le régime optimum calculé du seul point de vue du rendement balistique; on utilisera un combustible et un comburant de densités aussi élevées que possible; on donnera enfin à l'engin le tonnage maximum, la pression variant comme les dimensions linéaires. C'est un deuxième avantage des engins de gros tonnage, le premier étant de se prêter plus aisément aux grandes portées, par l'amélioration du coefficient balistique.

Si l'on combine toutes ces dispositions et qu'on aboutisse par exemple à des engins d'une soixantaine de tonnes, de 30 m de longueur, utilisant des produits de densité moyenne 1,4 placés, en moyenne, à 20 m sur l'avant de la chambre de combustion, avec des accélérations moyennes de 10 g, la surpression moyenne due à la hauteur de la colonne liquide sera de 28 kg/cm^2 ; elle suffirait à elle seule à l'alimentation de la chambre de combustion sous une pression convenable pour le rendement.

Mais ce ne sera pas la solution la plus économique. Il sera préférable de donner aux parois des réservoirs l'épaisseur convenable pour une bonne rigidité de l'engin, d'établir à leur intérieur la pression de 15 à 20 kg/cm^2 qu'ils pourront alors supporter, et de l'ajouter à celle que l'on obtient par le jeu de l'inertie. Sur les engins pilotés, l'avantage sera de donner une pression suffisante avec une accélération acceptable. Sur les engins non pilotés, le bénéfice sera le rendement excellent d'une combustion sous 40 à 50 kg/cm^2 , pour les gros tonnages et les combustibles lourds, et sous 20 à 25 kg/cm^2 pour les tonnages moyens et les combustibles légers. Sur les engins semi-autopropulsés, dont le corps est nécessairement assez épais pour supporter l'accélération au départ, on pourra atteindre un excellent rendement même sur les engins de petite dimension, par addition d'une pression intérieure et d'une pression d'inertie séparément élevées. Enfin, dans tous les cas où le recours à l'inertie autorise la combustion à haute pression, parce qu'il la donne gratuitement, il allège la chambre en diminuant ses dimensions.

Le recours à l'inertie comme facteur principal de compression dans la chambre de combustion donne par surcroît la solution la plus économique et la plus simple pour la production des gaz sous pression nécessaires à la chasse des liquides contenus dans les réservoirs. Il suffit de prélever dans la chambre de combustion les gaz pour la mise en pression des réservoirs.

La densité des gaz étant en effet très faible vis-à-vis de celle des liquides, la même différence se retrouve dans l'effet de l'accélération sur les deux colonnes gazeuse et liquide. La pression établie par les gaz dans les réservoirs pourra donc être aussi voisine qu'on le voudra de la pression dans la chambre de combustion, alors qu'en sens inverse une importante pression de colonne liquide s'y ajoutera. On dispose donc de toute la surpression demandée par la

circulation dans un tuyautage de section modérée.

Les gaz prélevés dans la chambre de combustion n'introduisent aucun risque d'explosion dans le réservoir contenant le liquide qui est en excès dans le mélange ; avant de les envoyer dans l'autre, il conviendra d'injecter dans le tuyautage un excès du liquide qu'il contient. On peut également les prélever à des endroits différents de la chambre de combustion, par exemple, dans celle de la V-2, au voisinage des brûleurs, où il y a excès d'oxygène, et au voisinage de la paroi latérale, où il y a excès d'alcool. On peut enfin utiliser la chaleur développée par le frottement du réservoir sur l'air ambiant et la vaporisation qui s'ensuit pour enrichir le mélange en gaz contenus à l'intérieur.

Sur ces bases, il serait possible d'établir des engins dont 85 à 87 % du poids pourront être affectés au combustible et à l'explosif. Les vitesses atteindront aisément 3 000 m/s, 4 000 m/s pour les très gros tonnages, et 500 m/s de plus si l'on y ajoute un lancement sous accélération modérée en tunnel de grande longueur ; les portées de tels engins munis de voilures réduites, au moins deux fois plus élevées en vol plané que celles de la trajectoire parabolique, conviendront à tout objectif situé dans l'intérieur de l'Eurasie ou de l'Amérique, si l'on parvient à installer des bases sur leur pourtour ou même à conduire des navires ou des avions au voisinage de leurs côtes.

Le domaine des fusées à poudre et des fusées à liquides

Le domaine des fusées à poudre et des fusées à liquides paraissait jusqu'ici nettement tranché. La poudre semblait convenir parfaitement aux

durées de combustion de l'ordre de la seconde ; les mélanges de liquides, à celles de l'ordre de la minute. La fusée à poudre, c'était, hier le « Bazooka » ; ce sera, demain, le projectile semi-autopropulsé à grande vitesse contre chars ou avions rapprochés. La fusée à liquides, c'était hier la V-2 et le Messerschmitt Me-163 ; ce sera, demain, tous les engins, pilotés ou non, qui se donneront la chasse dans les airs, ou seront lancés à 1 000 ou 2 000 km contre les objectifs jusqu'ici réservés au bombardement stratégique.

Si l'on parvient à simplifier la fusée à liquides en la débarrassant de toute la mécanique qu'on estimait encore indispensable pour alimenter la chambre de combustion, et qu'il n'était évidemment pas question de monter sur des projectiles de quelques kilogrammes ou quelques dizaines de kilogrammes, son domaine peut s'étendre, au détriment de la fusée à poudre, à des durées de combustion à peine supérieures à celles qu'on demande à la moyenne de celles-ci.

L'alimentation par inertie convient en effet à des accélérations très supérieures à celles que l'on a choisies pour la V-2 et le « Neptune ». Ce qui limite la poussée, donc l'accélération, sur un engin de ce genre, c'est la section terminale de la tuyère de détente, qui est, sur la V-2, cinq fois plus faible que le maître couple. Si l'on utilisait toute la section disponible, on pourrait imprimer à l'engin des accélérations de 10 g au départ, de 30 g en fin de combustion.

Il semble au premier abord que l'alimentation par inertie convienne mieux aux fusées de gros tonnage, dont la colonne de liquide soumise aux effets de l'accélération sera plus haute. Mais cette conclusion suppose que l'on compare entre elles des fusées de poids différents soumises à la même accélération. Si l'on raisonne sur l'accélération maximum que l'on peut

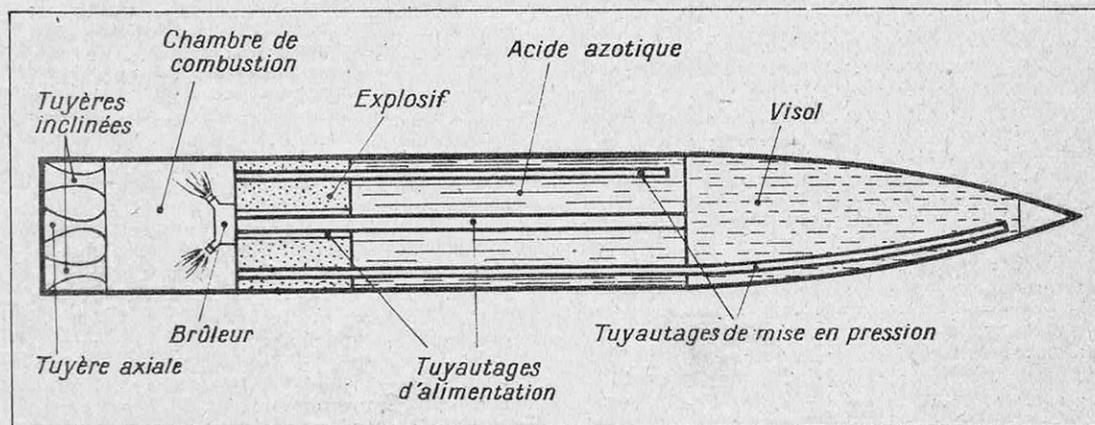


FIG. 9. — SCHEMA D'UN PROJECTILE-FUSÉE DE 60 MM A COMBUSTIBLES LIQUIDES ET ALIMENTATION PAR INERTIE

Le projectile-fusée est supposé propulsé par un mélange de visol et d'acide azotique enrichi en peroxyde d'azote. La mise sous pression des réservoirs est assurée à l'origine, dans le tube, par les gaz de la poudre et, aussitôt après, par le jeu de l'inertie. Le brûleur, alimenté par deux jets coaxiaux, est légèrement dissymétrique pour que les gaz prélevés dans la chambre de combustion, à son voisinage, envoient dans chaque réservoir un gaz enrichi en liquide correspondant. La chambre de combustion, formée par le compartiment arrière du corps, débite dans un bloc de sept tuyères dont une axiale et six inclinées assurant la stabilité par rotation. Au poids total de 1,350 kg, le projectile contient 200 g d'explosif, 920 g de combustible et de comburant. Le corps est en 0,7 mm d'alliage léger 75 ST, l'ogive et les cloisons en 0,5 mm. La pression dans la chambre de combustion est de 100 kg/cm² ; la poussée de 470 kg. L'accélération varie de 350 g au départ à 1 100 g en fin de combustion ; la suppression due à l'inertie varie de 15 à 25 kg/cm² environ pour le visol et reste voisine de 10 kg/cm² pour l'acide azotique. La durée de combustion est voisine de 0,5 s. La vitesse finale, calculée en négligeant la résistance de l'air pendant la prise de vitesse, est légèrement inférieure à 3 000 m/s ; la portée réelle d'engins de ce genre pesant quelques dizaines de kilogrammes, en tir d'avion à très grande altitude, tenu compte du supplément dû à la vitesse de l'avion et à une légère charge de poudre, serait de l'ordre de 1 000 km.

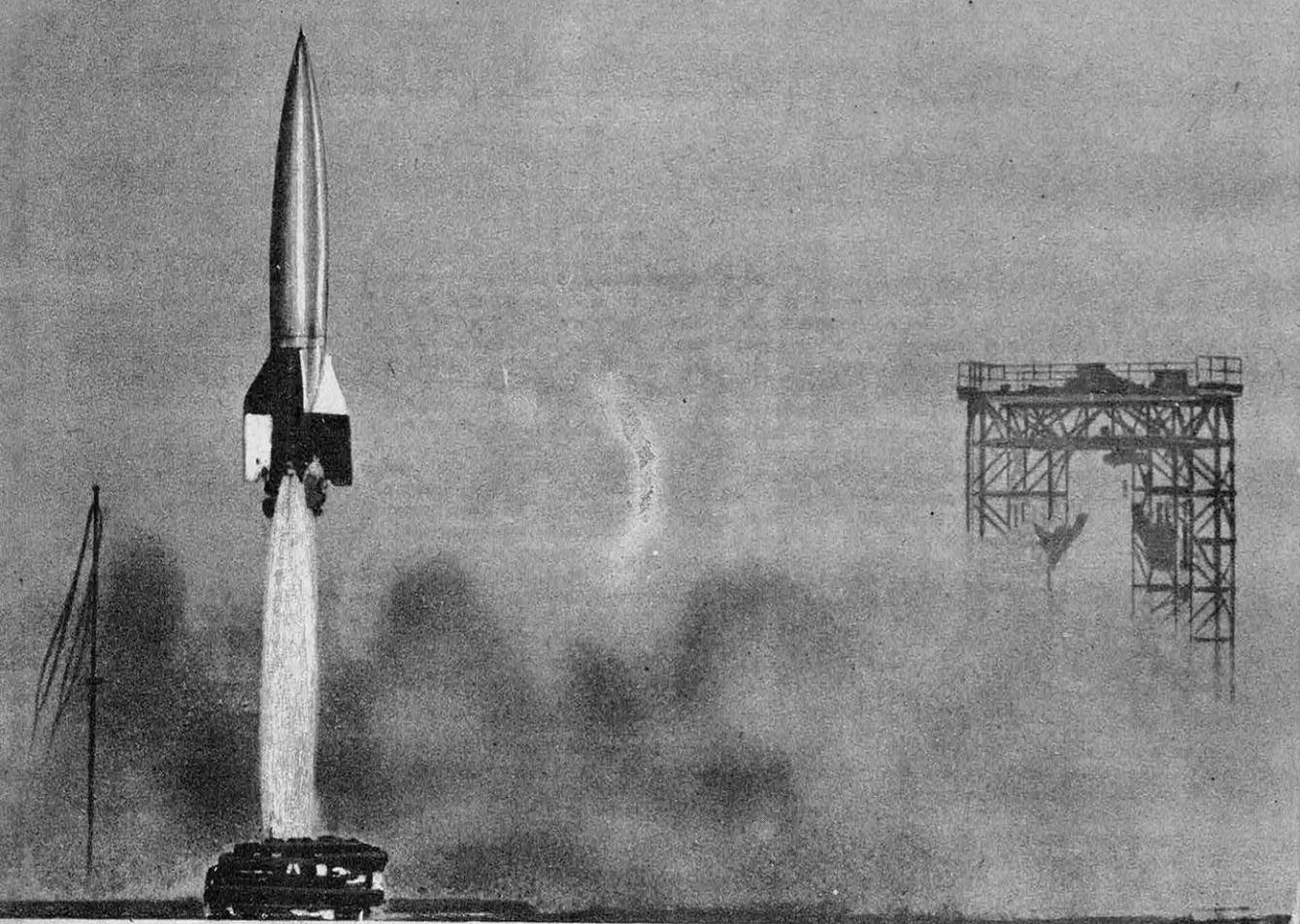


FIG. 10. — LE LANCEMENT D'UNE V-2 A LA STATION AMÉRICAINNE DE WHITE SANDS (NEW MEXICO)

imprimer à la fusée, on trouve qu'elle varie en raison inverse des dimensions linéaires sur des fusées semblables (1). Ainsi une fusée de 13 kg semblable à une V-2 de 13 000 kg, qui est mille fois plus lourde, aurait des dimensions dix fois plus faibles et pourrait être soumise à une accélération dix fois plus grande. Si l'on cherche à imprimer l'accélération maximum, la surpression due à l'inertie est donc indépendante du tonnage.

Si l'on parvient à alimenter la chambre de combustion sous des pressions deux à trois fois plus élevées que les 25 kg/cm² environ de la V-2, les surfaces de la chambre, section au col ou section terminale de la tuyère, pourront être réduites sensiblement dans le même rapport. C'est autant de gagné pour l'accélération maximum à laquelle on pourra soumettre l'engin et, par suite, pour la surpression qu'elle produira.

On conçoit ainsi que les applications de la fusée à liquides ne soient pas limitées aux accélérations de 1 à 2 g des V-2 et des « Neptune », qu'elles puissent s'étendre, sur des engins de faible poids, à des valeurs de l'ordre de 100 à 200 g, et que les durées de combustion, qui varient en sens inverse, puissent descendre à des

valeurs de l'ordre de la seconde (fig. 9). Les conditions de fonctionnement de la fusée à liquides deviennent alors tout à fait différentes de ce qu'elles sont lorsqu'on exige une durée de fonctionnement, donc une endurance, de l'ordre de la minute. Si, malgré la supériorité de pouvoir calorifique du mélange oxygène-alcool ou acide azotique-visol (1), les vitesses d'éjection ne sont pas sensiblement plus élevées que celles des fusées à poudre, c'est qu'on ne peut accepter des températures auxquelles ne résisteraient ni le corps ni la tuyère. Il en va tout différemment si ces organes sont destinés à ne servir que pendant une à deux secondes ; peu importe qu'ils arrivent ensuite en plus ou moins bon état sur l'adversaire.

Étudiée avec la puissance de la technique moderne depuis seulement une dizaine d'années, la fusée n'a pas acquis le degré de perfection et de stabilité des modes de propulsion plus anciens. Les progrès dont elle est susceptible restent nombreux ; le domaine de ses différentes variantes est loin d'être défini. Il est encore impossible de préciser la place qu'elle est appelée à se faire en artillerie comme en aviation militaire, mais elle sera de toute façon la première.

C. ROUGERON

(1) L'accélération, rapport de la poussée (proportionnelle à la section d'éjection) à la masse (proportionnelle au volume), est donc proportionnelle au rapport du carré des dimensions linéaires au cube de ces mêmes dimensions, donc inversement proportionnelle aux dimensions linéaires.

(1) Les « visols » sont des éthers vinyliques dont le pouvoir calorifique est de l'ordre de 9 000 cal/kg et qui présentent une grande affinité pour l'acide azotique.

TÉLÉCOMMUNICATIONS PAR FIL ET SANS FIL

par Louis CAHEN

Ancien Ingénieur en Chef des P. T. T.

C'est en 1895 que Marconi réalisa la première communication par télégraphie sans fil, apportant ainsi un nouvel élément de progrès dans un domaine où, depuis un demi-siècle déjà, la transmission par fil avait obtenu des résultats remarquables. Depuis cette époque, les deux systèmes de télécommunication n'ont cessé de se développer, tantôt concurrents, tantôt se soutenant et se complétant mutuellement dans leurs différentes applications. Téléphonie ou télégraphie poste à poste, radiodiffusion des sons ou des images, bientôt peut-être télévision poste à poste doivent s'appuyer également sur les deux techniques, empruntant à l'une une idée, à l'autre un appareil, aux deux à la fois leurs procédés de calcul. Les domaines d'utilisation du fil et du sans-fil, d'abord distincts, se sont interpénétrés à un tel point que, lorsqu'on se trouve en présence de procédés et d'appareils modernes tels que les tubes conducteurs guides d'ondes, il devient impossible de les classer dans l'une ou l'autre des deux catégories.

LORSQUE, en 1729, Grey eut établi la conductibilité électrique des métaux, l'idée vint très vite de transmettre le long des fils électriques les charges ou perturbations électrostatiques, puis les courants (continus d'abord, et alternatifs ensuite) pour la transmission de signaux pour les communications à distance. Jusqu'aux toutes dernières années du XIX^e siècle, la télégraphie et la téléphonie firent à peu près exclusivement (1) usage du fil.

Les théories générales de Maxwell, confirmées en 1888 par les expériences de Hertz, montrèrent que les vibrations lumineuses ne sont que des vibrations électromagnétiques de très haute fréquence (plusieurs centaines de milliards de périodes par seconde), c'est-à-dire de très courtes longueurs d'onde (inférieures à un micron) et que l'on pouvait, à l'aide d'appareils connus en électricité, produire des ondes semblables, mais de longueurs beaucoup plus grandes (quelques mètres à quelques kilomètres) c'est-à-dire de fréquences comprises entre quelques dizaines de mille et quelques dizaines de millions de cycles. Ces ondes, comme celles de la lumière ordinaire, se propagent librement dans le vide et l'atmosphère, qui ne les amortit que faiblement ; au contraire, les corps conducteurs sont opaques pour elles, et, quand elles les rencontrent, elle sont en partie absorbées, en partie réfléchies comme par un miroir. Ainsi, tandis que le fil transmet bien le courant continu ou le courant variable à lentes variations (domaine dit des basses fréquences) du télégraphe ou du téléphone, et de moins en moins bien les fréquences plus élevées, ces dernières se transmettent parfaitement à travers l'espace, à condition qu'aucun corps conducteur ne se trouve sur le trajet des ondes. La terre forme un conducteur,

et les ondes ne peuvent se propager en suivant la courbure que lorsque leur fréquence est relativement faible. C'est pourquoi on n'avait pas cru, dans les débuts de la télégraphie sans fil, pouvoir établir de liaisons à grande portée sur ondes courtes. Cependant, l'expérience montra par la suite que les ondes émises traversaient l'Atlantique. Pour expliquer ce fait, on émit l'hypothèse, confirmée depuis lors, qu'il existait dans la haute atmosphère, à plusieurs centaines de kilomètres du sol, une couche ionisée conductrice (ionosphère) qui renvoyait les ondes courtes (1) vers le sol.

Ce court rappel des caractéristiques essentielles de la transmission avec et sans fil était nécessaire pour l'examen de leur concurrence et de leur collaboration, à partir du jour où Marconi (1895) réalisa la première transmission télégraphique sans fil. Celle-ci fut d'abord de portée réduite, mais son domaine d'action s'étendit rapidement et, dès avant 1914, avait dépassé la largeur de l'Atlantique, en même temps que les procédés de production, de transmission et de réception se perfectionnaient, mettant en jeu les ondes entretenues, la détection par lampes thermoioniques, et permettant la mise au point rapide de la radiotéléphonie.

Liaisons entre postes mobiles

Il est évidemment un domaine dans lequel le nouveau système ne craignait aucune concurrence, celui des communications entre deux postes dont l'un au moins est mobile : navires en mer, trains en marche, bientôt avions. C'est vers cet objet en effet que s'orientent la plupart des réalisations du début, et on sait l'essor qui leur fut donné par la crainte du renouvellement de catastrophes maritimes telles que

(1) La réserve concerne la télégraphie à courte distance par le sol (T. P. S.) utilisée à des fins militaires, notamment en 1870.

(1) Voir : « Que savons-nous des très hautes couches de l'atmosphère terrestre ? » (*Science et Vie*, n° 345, juin 1946) et : « Vers la météorologie radio-électrique » (*Science et Vie*, n° 352, janvier 1947).



FIG. 1. — EXEMPLE D'EMPLOI DU WALKIE-TALKIE DANS LES CHEMINS DE FER

Cet appareil fonctionne sur 152-162 mégacycles et laisse l'opérateur entièrement libre de ses mouvements. Le microphone est fixé sur la bretelle gauche, la bretelle droite portant un second microphone monté en opposition pour l'élimination des bruits. Les batteries d'alimentation se portent sur la poitrine. L'antenne flexible est terminée par une boule de caoutchouc mousse pour que l'opérateur ne puisse par accident crever l'œil d'un collègue.

celles du *Titanic*, et par la guerre. Cette utilisation a pris une importance chaque jour grandissante : après les grands navires, les bateaux de pêche ou de plaisance s'équipent presque tous pour la réception et l'appel ; tous les avions de guerre et de paix possèdent une installation de radio ; enfin, le développement de la très haute fréquence a permis récemment de développer les communications à courte portée (15 à 20 km) qui permettent aux unités combattantes de rester en liaison avec les états-majors, ou aux automobiles de la police de communiquer avec leurs chefs, etc. (fig. 1) ; on nous promet même la mise sur le marché de petits postes par lesquels chaque promeneur en automobile ou à pied pourra établir le contact avec qui il voudra. Chacun sait, enfin, les services que le « radar » a rendus aux armées alliées (1).

Télédiffusion et radiodiffusion

Ce n'est plus un domaine exclusif du « sans fil » que celui de la radiodiffusion, bien qu'il y

(1) Voir : « Le radar » (*Science et Vie*, n° 338, novembre 1945).

joue un rôle de loin prépondérant. Dès la naissance de la téléphonie, il s'était fondé des entreprises telles que le *Théatrophone* pour mettre en relation simultanée avec une salle de spectacle un très grand nombre de demandeurs (1). Mais ni le nombre des auditeurs, ni l'étendue de la zone de diffusion ne pouvaient être comparés avec ceux qu'à partir de 1921-1922 les postes sans fil de la radio permirent de desservir. Cependant, ici, le fil n'a pas complètement renoncé à la lutte, et, d'autre part, la radiodiffusion elle-même a fait appel à son concours.

En effet, depuis une dizaine d'années, on a vu renaître sous un vêtement nouveau un système qui évoque l'ancien *théatrophone*. L'application la plus développée en a été faite en Allemagne où elle consistait en l'envoi de trois fréquences de l'ordre de 100 000 cycles superposées sur les fils d'abonnement téléphonique à la communication ordinaire à basse fréquence. De la sorte, chaque abonné au téléphone pouvait choisir, grâce à son appareil sélecteur-détecteur très simple, entre trois programmes, tout en conservant — ce qui n'avait pas lieu pour le *théatrophone* — la possibilité d'être appelé ou d'appeler sur le réseau téléphonique. Il y avait dans le Reich, au début de 1943, environ 178 000 abonnés à ce réseau spécial de « diffusion haute fréquence sur fil » (aussi appelée « télédiffusion ») (2).

Un effort technique similaire a été fait en U. R. S. S. : il s'agit ici d'un réseau exploité à basse fréquence (on avait d'abord employé les circuits téléphoniques d'abonnés, avec dispositif permettant à l'abonné de reprendre l'usage

courant de la ligne s'il était appelé ou voulait appeler ; puis on a jugé préférable la constitution d'un réseau spécial, comportant une ligne par programme). La grande étendue du territoire russe, qui aurait obligé à multiplier les stations émettrices, justifie l'emploi de ce système de télédiffusion par fil. Un service analogue a pris un certain développement en Hollande, où ni les motifs politiques, ni l'étendue du territoire ne peuvent être invoqués, et encore moins la nature accidentée du terrain, comme en Suisse ; dans ce dernier pays, en effet, d'après les indications données ci-dessus, les ondes courtes ont peu de chances d'atteindre les localités situées dans des vallées profondes et sinueuses, et l'on conçoit qu'on ait cherché d'autres moyens pour assurer à leurs habitants la réception des programmes.

(1) Voir : « Les auditions théatrophoniques » (*Science et Vie*, n° 58, septembre 1921).

(2) Il faut signaler également le dispositif anglais « téléprogramme » utilisant les réseaux téléphoniques qui comptait plus de 250 000 abonnés en 1935 (Voir *Science et Vie*, n° 221, novembre 1935, p. 417, et n° 222, décembre 1935, p. 504).

Le fil a donc marqué, au cours de ces dernières années, un avantage, d'ailleurs assez léger, dans ce domaine, mais il joue de façon beaucoup plus directe un rôle de collaboration, avec le « sans-fil » en assurant le « relayage » des émissions de radiodiffusion.

Pour cette organisation, le fil apporte un concours précieux, permettant de diffuser une émission unique sur tout ou partie des stations nationales qu'il relie entre elles. Il sert aussi de collecteur pour faire parvenir à une ou plusieurs stations d'émission les communications (discours, récits d'événements sportifs, spectacles, etc.) qui sont recueillies parfois à très grande distance de tout poste. Il n'y a pas d'ailleurs de poste d'émissions « sans fil » qui ne fasse un large appel au fil, quand ce ne serait que pour relier l'émetteur au studio où se trouvent les microphones et dont il est séparé le plus souvent par plusieurs dizaines de kilomètres.

Depuis 1930 environ, les services de radiodiffusion des principaux pays ont fait placer dans les grands câbles téléphoniques qui, comme on le verra plus loin, ont pris un vaste développement après la première guerre mondiale, une ou plusieurs paires de fils destinées à ces retransmissions — chaque paire travaillant dans un seul sens de transmission — et dont la charge (pupinisation) (1) légère permet la transmission sans déformation appréciable de toute la bande des fréquences musicales (jusqu'à 10 000 cycles environ). Les nouveaux types de câbles non chargés, transmettant simultanément plusieurs communications sur des « bandes » de fréquence séparées, réservent certaines de ces bandes ou certains circuits à ce genre de transmission.

Ainsi, à tous les degrés, comme transport indispensable jusqu'à l'antenne, comme instrument de « relayage » et de « ramassage » et enfin comme concurrent direct sous la forme de la télédiffusion, la diffusion des programmes met en œuvre le fil à côté du sans-fil.

La télégraphie

Nous en arrivons maintenant aux types de communications qui, pendant plus de cinquante ans, ont semblé les seules possibles, celles qu'on établit entre deux correspondants fixes dans l'espace, liaisons télégraphiques ou téléphoniques poste à poste ou point à point, comme on dit souvent aujourd'hui.

Il n'y a pas grand'chose à dire du télégraphe à l'intérieur d'un même pays ou d'un même continent. Le réseau de fils établi depuis longtemps assure la quasi-totalité du trafic ; les grands câbles mettant en œuvre les systèmes de transmission simultanée de

plusieurs fréquences audibles permettront l'exploitation par télétypes des grands réseaux télégraphiques interurbains (1). Pour les longues distances, le trafic par radio n'est pas négligeable, mais n'a cependant qu'une importance secondaire. Il n'en va plus aussi simplement lorsqu'on examine les communications télégraphiques les plus longues et les plus difficiles, celles qui s'échangent à travers les océans.

C'est en 1866 que la Compagnie Anglo-American mit en exploitation deux câbles reliant entre elles l'Angleterre et l'Amérique. Mais, si cette réalisation souleva un enthousiasme légitime, en raison de l'importance des difficultés vaincues, on ne peut pas dire que, techniquement et économiquement, elle ait amené des résultats parfaits. Sur les longs câbles, l'effet combiné de la forte résistance électrique du fil et de la capacité électrostatique élevée entre fil et armature — capacité encore accrue par l'emploi de la gutta-percha comme isolant — produit un affaiblissement et une déformation (traînage) des signaux, qui rend impossible la succession de ces signaux à une cadence rapide. L'emploi de procédés de décharge des lignes après chaque émission, de courants de repos de sens inverse à ceux de travail, de récepteurs très sensibles du type oscillographique, augmenta de façon sensible le rendement en mots par minute, dérisoire dans les débuts. Le « duplex » (2), grâce à un montage différentiel aux deux extrémités de la ligne,

(1) C'est seulement à partir de 1920 que la télégraphie harmonique prit vraiment son essor, quand, grâce à l'invention de la lampe triode, la résonance électrique se substitua à la résonance mécanique de Mercadier, et quand les grands câbles téléphoniques fournirent des lignes bien adaptées à la transmission des fréquences musicales.

(2) Voir : « Les systèmes et appareils de télégraphie rapide » (Science et Vie, n° 48, janvier 1920, p. 7).

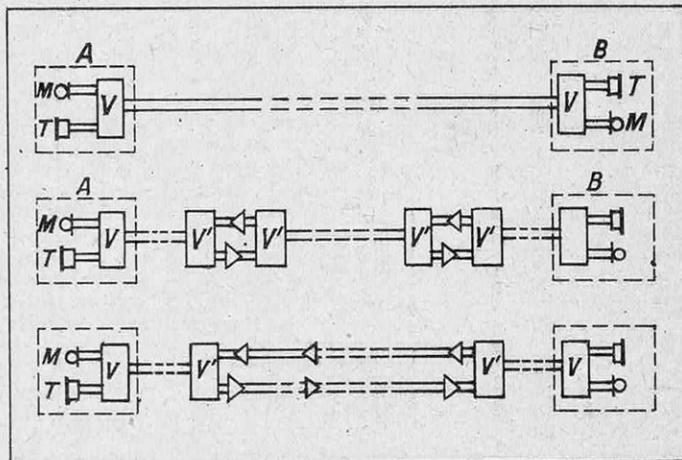


FIG. 2. — TROIS SCHÉMAS SIMPLES DE LIAISONS TÉLÉPHONIQUES

En haut, liaison à deux fils entre les deux abonnés A et B : chaque appareil contient une fourche V qui conduit le courant du microphone M vers la ligne et de la ligne vers le téléphone. Au centre, liaison à grande distance avec stations de répéteurs intercalées à distances régulières ; ceux-ci ne transmettent que dans un seul sens et s'emploient par paires, avec une fourche V' de chaque côté. En bas, type de la liaison moderne dite à quatre fils, avec relais ne fonctionnant que dans un seul sens chacun et fourche V' aux centraux interurbains.

(1) La pupinisation d'une ligne consiste à augmenter sa self-induction en y intercalant des enroulements à distances régulières pour combattre les effets de la capacité. Voir : « Qu'est-ce qu'un câble téléphonique pupinisé ? » (Science et Vie, n° 125, novembre 1927) ; « Les câbles souterrains » (Science et Vie, n° 103, janvier 1926).

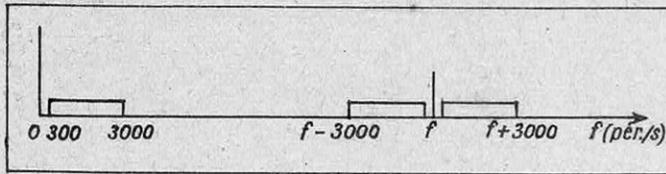


FIG. 3. — PRINCIPE DE LA TÉLÉPHONIE PAR COURANTS PORTEURS

Les oscillations vocales à transmettre couvrent la bande de fréquence 300 à 3 000 cycles (pér./s). Une onde porteuse de fréquence élevée f est modulée par ces oscillations basse fréquence, d'où l'apparition de deux nouveaux groupes de fréquences : les bandes latérales, de part et d'autre de l'onde porteuse. On peut ainsi moduler plusieurs conversations sur autant d'ondes porteuses de fréquences différentes et les transmettre simultanément sur une ligne commune ; des récepteurs sélectifs les sépareront à l'autre extrémité de la ligne. On gagnera de la place sur l'échelle des fréquences en supprimant la bande inférieure à l'aide de filtres et l'onde porteuse par un système d'amplificateurs conjugués, ce qui doublera sensiblement le rendement d'un câble.

permet l'envoi simultané de deux communications indépendantes de sens inverse sur une même ligne.

Malgré tout, le rendement des câbles transatlantiques n'est pas très élevé. D'autre part, le prix de premier établissement est très grand, le risque d'interruptions prolongées du service est gros, les réparations sont extrêmement coûteuses en cas de défauts en mer profonde. On comprend donc que, lorsque, peu avant la guerre de 1914, la télégraphie sans fil eut montré qu'elle pouvait assurer le service à travers l'Atlantique, on ait eu assez généralement l'impression que les jours des câbles sous-marins étaient comptés.

Après quarante ans, on peut dire que ces pronostics ont été entièrement démentis par les faits. Non seulement la plupart des câbles existant vers 1900 fonctionnent encore aujourd'hui, non seulement on a maintenu en service, par des réparations coûteuses, plusieurs d'entre eux qui, placés dans des sols sous-marins difficiles et ayant un trafic relativement faible, tels que les câbles reliant Madagascar à la Réunion, semblaient pouvoir difficilement soutenir la concurrence avec la radio, mais on en a posé de nouveaux. C'est ainsi qu'au cours des années qui ont précédé la guerre, la Tunisie a été reliée à Beyrouth et à la côte dalmate. Des considérations de défense nationale ont souvent joué un rôle important dans l'établissement de ces communications, mais on pourrait citer des exemples récents de pose de câbles télégraphiques d'intérêt purement commercial.

C'est que, si la pose et la réparation des câbles sont onéreuses et leur rendement d'exploitation relativement faible, ils ont, sur la radio, des avantages. L'exploitation d'un câble n'exige qu'un personnel restreint et une consommation d'énergie insignifiante, tandis qu'une station d'émission de T. S. F. à longue portée est une véritable usine entraînant une consommation d'énergie souvent forte et exigeant un entretien onéreux. D'autre part, en dehors de grosses avaries ou des orages magnétiques rares et courts, un câble assure un service régulier, tandis que la transmission des ondes, courtes ou longues, subit fréquemment des évanouissements (fadings) qui peuvent les rendre inutilisables de jour ou de nuit, sinon pendant des saisons entières. Enfin la T. S. F. n'assure pas le secret des communications : les systèmes ingénieux

qui, par décomposition et retournement d'une onde en plusieurs sections, permettent de mettre une communication à l'abri de la curiosité d'un particulier, ne peuvent la soustraire aux indiscretions d'un autre poste possédant des moyens techniques suffisants.

De la sorte, la radio et le fil ont des avantages et des inconvénients complémentaires, et, là encore, leur coexistence tient plus de la collaboration que de la concurrence.

La téléphonie à grande distance

Si la simple téléphonie par fil à basse fréquence s'avère sans concurrent pour les conversations à faible distance entre postes fixes, l'affaiblissement et la déformation

des signaux, dont nous avons vu déjà en télégraphie les effets fâcheux sur les longs câbles, présentent un caractère prohibitif pour les communications entre points éloignés. La portée des câbles souterrains, généralement établis en fils sous plomb isolés à l'air sec avec ruban de papier séparateur, n'a pu dépasser 600 à 700 km, même lorsqu'on l'eut augmentée par l'accroissement artificiel de l'inductance compensant la capacité (système de Pupin, 1899) ; encore devait-on, pour ces distances, utiliser des fils de cuivre de gros diamètre, qui limitent le nombre de circuits pouvant être placés dans un seul câble. En fait, la plupart des lignes à grande distance étaient aériennes ; malgré leur affaiblissement plus faible, l'importance des pertes par humidité, les troubles produits par l'induction des autres communications (diaphonie) ou des transports d'énergie, la nécessité d'intercaler quelques tronçons souterrains limitaient encore la portée commerciale à un millier de kilomètres.

L'invention de la lampe triode, amplificatrice, détectrice ou génératrice d'oscillations électriques stables dans un domaine de fréquences allant de quelques dizaines à plusieurs millions de cycles, permit, à partir de 1915, aux techniciens du sans-fil de résoudre enfin le problème de la transmission radiotéléphonique, et aux « filistes » de construire des câbles à multiples conducteurs (deux à trois cents communications simultanées) en fils fins avec stations d'amplification espacées de 50 à 200 km, suivant les types de lignes. Quand on fut arrivé à 1 000 ou 1 500 km, on reconnut l'utilité du système dit à quatre fils, constituant deux circuits indépendants réservés chacun à un sens de transmission ; à chaque extrémité un dispositif de jonction en « fourchette » les raccorde aux lignes bifilaires d'abonnés qui, elles, travaillent dans les deux sens, à la transmission comme à la réception (fig. 2). Quand la distance s'accrut encore, il fallut recourir à des « suppressions d'échos », dispositifs commandés automatiquement par la voix de la personne qui parle et bloquant, tant qu'elle parle, la ligne de retour, pour éviter les effets gênants de la réflexion des ondes sur l'extrémité réceptrice et sur l'extrémité de départ de la ligne.

Les « courants porteurs »

Vers 1930, après sept ou huit années de grands travaux, alors que la téléphonie par câbles

assurait déjà les liaisons entre la plupart des pays d'Europe, se produisit une véritable révolution, due à l'emploi des *courants porteurs*, c'est-à-dire, en somme, à l'application des procédés de la radiotéléphonie à la transmission par fil. La télégraphie harmonique nous a fourni un premier exemple d'envoi sur une ligne de courants alternatifs de fréquences différentes pour établir plusieurs communications indépendantes simultanées. Dès 1894, Maurice Leblanc avait envisagé d'étendre ce principe à la téléphonie. En 1900, Lucien Neu avait proposé d'envoyer le courant téléphonique sur les lignes de transport des grands réseaux de distribution d'énergie électrique. Vers 1915, en Amérique, on jugea intéressant d'appliquer aux lignes aériennes le principe de la modulation d'une onde porteuse pour les transmissions téléphoniques ; on put ainsi superposer à la communication directe trois communications supplémentaires (fig. 3) ; les fréquences porteuses étaient basses (quelques dizaines de milliers de cycles) pour ne pas exagérer l'induction entre lignes (1).

Il n'était pas alors question d'appliquer ce système sur les câbles souterrains. Sur ceux-ci, en effet, le système le plus économique paraissait être la pupinisation qui diminuait l'affaiblissement des lignes pour les fréquences téléphoniques, permettant ainsi l'espacement des stations de répéteurs. Or ces lignes pupinisées, constituées de bobines embrochées sur les fils, forment de véritables « filtres » offrant un obstacle insurmontable aux fréquences dépassant une certaine valeur, dite fréquence de coupure. Elles ne pouvaient donc convenir aux ondes porteuses de fréquence élevée.

Mais la pupinisation, quand il s'agit de liaisons à des distances dépassant le millier de kilomètres, présente des inconvénients. En particulier, on observe sur de telles lignes un effet retardateur variable avec la fréquence ; à l'arrivée d'un courant téléphonique, formé d'un son fondamental et d'harmoniques, ces derniers « traînent » en arrière des premiers jusqu'à se mêler au son fondamental de la syllabe suivante, d'où un gazouillis incompréhensible. De plus, au delà de 3 000 km environ, même avec la charge réduite admise vers 1930, le temps de transmission devenait tel qu'il s'écoulait un intervalle voisin d'une seconde entre la demande et la réponse ; cet effet, qui semble moins grave que le précédent, produit sur les interlocuteurs un effet d'énerverment qui nuit à la conversation.

On fut ainsi conduit à réduire progressivement la pupinisation et finalement à y renoncer pour les longues distances, en compensant l'affaiblissement résultant par un rapprochement des points d'ampli-

(1) C'est dans l'étude de ces systèmes que Carson imagina la suppression de la fréquence porteuse et la transmission à bande latérale unique dont il est parlé plus loin.

fication et éventuellement par une augmentation du diamètre des fils.

A partir de 1934, surtout dans les pays anglo-saxons, on put développer ainsi les systèmes à douze bandes, c'est-à-dire à douze communications simultanées, couvrant, à raison de 4 000 cycles par bande, un domaine de 48 000 cycles en tout pour chaque ligne, compris en général entre 20 000 et 68 000 cycles. On entraînait ainsi dans le domaine des ondes longues de la radio. Le diamètre des fils passait de 0,9 mm à 1,4 mm et les distances entre stations d'amplification étaient ramenées de 60 à 30 km en moyenne. On en vint bientôt à envisager vingt-quatre, ou même trente-six bandes, en rapprochant dans des proportions correspondantes les stations amplificatrices. Dans chacune de celles-ci, un seul amplificateur servait à la fois pour douze, vingt-quatre ou trente-six communications. Les câbles ne contenaient plus qu'un nombre de paires réduit, et par suite les stations de relais amplificatrices comportaient également très peu d'organes : on envisagea de ne plus y maintenir de personnel à poste fixe et de les faire surveiller à distance. La technique des amplificateurs était spéciale au « fil », mais la modulation et la démodulation se rapprochaient de la technique de la radio (fig. 4).

L'étude de la télévision, dont nous parlerons

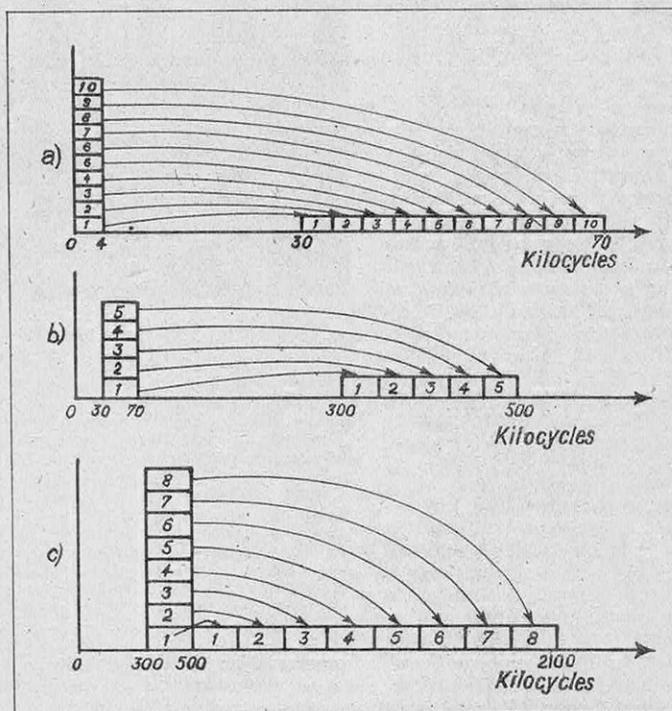


FIG. 4. — PRINCIPE DE LA TRANSMISSION DE QUATRE CENT COMMUNICATIONS SIMULTANÉES SUR UNE MÊME LIGNE PAR TRIPLE MODULATION

En a, on groupe entre 30 et 70 kilocycles, par une première modulation, dix conversations simultanées de 4 000 cycles. En b, on réunit, par une deuxième modulation, cinq groupes semblables en un nouveau supergroupe couvrant la gamme 300-500 kilocycles. Enfin en c, par une troisième modulation, on assemble huit de ces supergroupes entre 500 et 2 100 kilocycles. Toutes ces modulations s'effectuent avec suppression des bandes inférieures et des ondes porteuses. (R. Tech. Philips).

plus loin, conduisait à envisager des transmissions par fil mettant en jeu des fréquences de plusieurs millions de cycles (longueur d'onde de l'ordre d'une cinquantaine de mètres); on entraînait ainsi dans le domaine des ondes courtes. On utilise à cet effet le système de câbles dits concentriques, ou « coaxiaux », dans lequel les deux conducteurs formant le circuit sont, l'un un fil et l'autre un cylindre métallique de même centre que le fil et entourant celui-ci: le cylindre joue le rôle d'écran empêchant l'énergie à haute fréquence de rayonner au dehors; l'affaiblissement de ces câbles aux hautes fréquences est fort grand et conduit à installer des relais amplificateurs tous les 6 ou 12 km suivant les types de câbles et la fréquence supérieure à transmettre. Il était naturel d'utiliser ce même type de câble pour la téléphonie, la même ligne concentrique pouvant transmettre à la fois télévision et téléphonie (par exemple, dans un type adopté en Allemagne et en France en 1937-1938, on réservait au téléphone les fréquences jusqu'à un million de cycles, la télévision occupant entre 1 et 5 millions). Un seul conducteur transportait alors les 100 à 200 communications téléphoniques (fig. 5 et 6), et chaque poste d'amplification ne comportait qu'un seul amplificateur. Celui-ci devait évidemment être très soigné, mais l'espace occupé était petit et l'on pouvait placer l'appareil avec tous ses accessoires dans une boîte en fonte installée dans une chambre souterraine. L'énergie électrique nécessaire pour le fonctionnement des lampes leur était envoyée à partir d'un certain nombre de postes principaux par le câble concentrique lui-même. Les lampes, soigneusement sélectionnées, étaient doublées par d'autres qui, en cas de défaillance des premières, leur étaient automatiquement substituées.

L'application de ce système hardi, prévue sur une large échelle pour 1939-1940, mais retardée par la guerre, reprend actuellement. Ainsi, de plus en plus, la technique du fil fait appel à la haute fréquence et, avec ses caractéristiques propres, se rapproche de la technique du sans-fil.

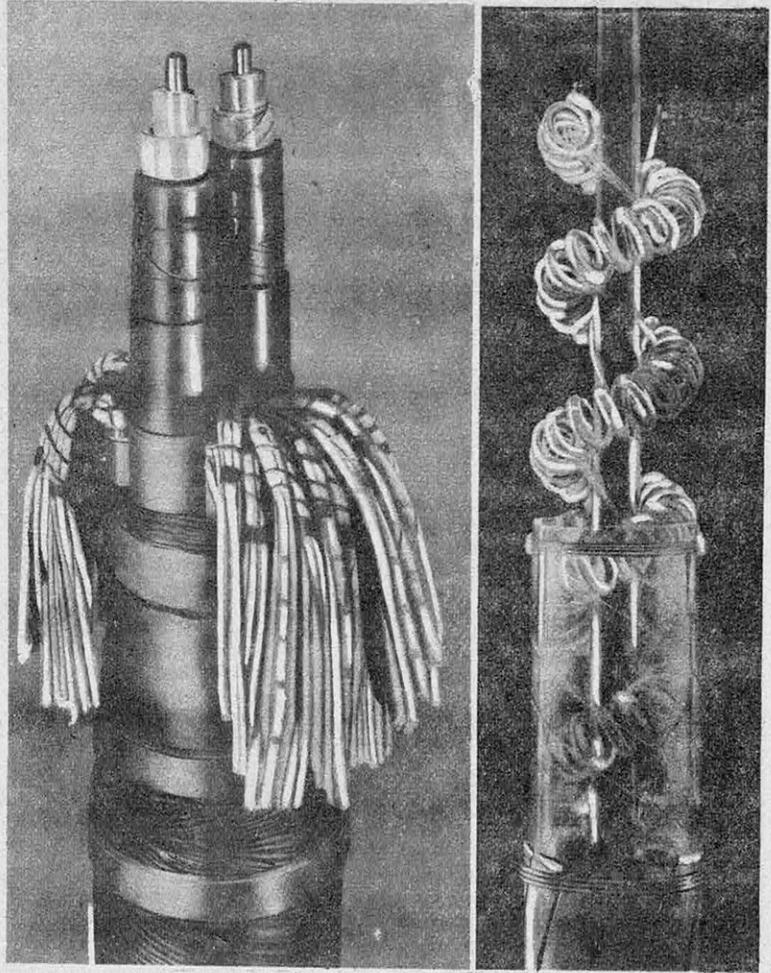


FIG. 5 ET 6. — LES CÂBLES DE LA LIGNE PARIS-TOULOUSE

Posée en 1939 et détruite en partie pendant la guerre, cette ligne, réparée et équipée, a été mise en service le 29 juillet 1947. Tandis que, sur la section Paris-Vierzon, elle comporte deux câbles distincts, un pour chaque sens de communication, placés dans une même tranchée à 15 cm de distance, sur la section Cahors-Toulouse, au contraire, un câble unique, représenté ci-dessus, à gauche, contient les deux paires concentriques 6-18 mm torsadées ensemble, trente-neuf quarts de 0,9 mm (dont vingt-huit pour circuits à deux fils) et quatre paires de 1,4 mm destinées aux circuits de la radiodiffusion. Chaque paire coaxiale comporte un conducteur central de diamètre de 5 mm et un conducteur extérieur de diamètre intérieur en feuillard de cuivre, isolés l'un de l'autre par des feuilles de styroflex (polystyrène ou polystène) et permet d'acheminer six cents communications téléphoniques simultanées. Entre Etampes et Vierzon, le câble coaxial est d'un modèle un peu différent (à droite, en grandeur réelle), l'isolement au styroflex étant réalisé partie sous forme de cordelette spiralée, partie sous forme de ruban enroulé en hélice. Ce câble comporte, pour un parcours de 42 km, quarante-deux stations amplificatrices dont vingt-neuf commandées et surveillées à distance, et réalise la liaison de ce type la plus longue du monde (L. T. T.).

La téléphonie transocéanique

Dans ce domaine la radio a trouvé la place entièrement libre.

La radiotéléphonie transocéanique a été mise à l'étude dès les débuts de la lampe triode, et des essais de transmission et de réception (dans un seul sens) eurent lieu en 1915 entre des postes américains et des stations lointaines, notam-

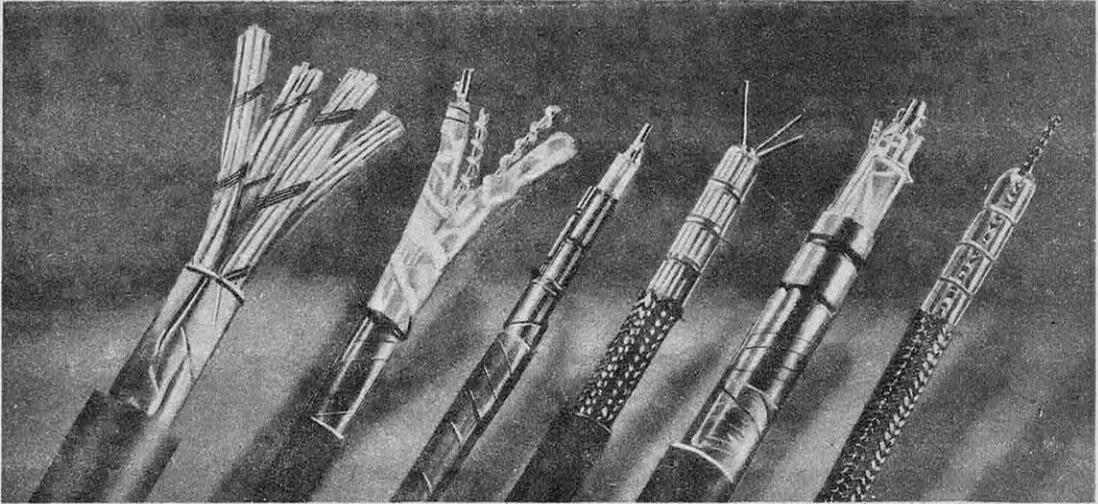


FIG. 7. — QUELQUES TYPES DE CABLES DE TÉLÉCOMMUNICATION ISOLÉS AU STYROFLEX

De gauche à droite: câble à quatre quarts de conducteurs en aluminium de 1,5 mm; — câble en paire symétrique (conducteurs en cuivre de 2,5 mm) sous écran de 14 mm de diamètre; — câble coaxial semi-rigide de 2,5-9 mm, pour lignes à grande distance et feeders d'antenne; — câble haute fréquence en quart, à conducteurs en cuivre de 1,4 mm isolés par perles, écran en tresse de cuivre de 12 mm; — câble coaxial semi-rigide 5-18 mm pour lignes à grande distance, télévision, feeders d'antenne; — câble coaxial souple 5-12 mm isolé par perles, pour installations intérieures, feeders d'antenne de réception (L. T. T.).

ment Honolulu et la Tour Eiffel. Mais la solution du problème de l'échange de communications dans les deux sens était beaucoup plus difficile et demanda une dizaine d'années. Là encore, il fallait éviter que les postes terminaux produisent par réflexion des effets soit d'écho, soit même — la vitesse de propagation étant ici beaucoup plus grande — d'amorçage d'oscillations (sifflements) (fig. 8); le système des « suppressions de réactions » fut emprunté à la technique du fil. Il fallait encore augmenter la puissance des courants vocaux bien au-dessus du niveau des bruits parasites, car c'est en dernière analyse le rapport des intensités signaux utiles/parasites qui limite la portée d'une communication.

C'est en 1926 que fut établie la première communication commerciale « poste à poste » transocéanique, entre les États-Unis et l'Angleterre, par ondes longues. D'autres communications entre pays d'Europe et d'Amérique (Nord et Sud) suivirent. Puis, ayant constaté la possibilité de faire appel aux ondes courtes, on établit avec elles un grand nombre de liaisons. Comme pour toutes les transmissions radiophoniques jusqu'à ces toutes dernières années, on employait la modulation d'amplitude, c'est-à-dire que le courant téléphonique à transmettre modifiait l'amplitude de l'onde à haute fréquence qui le portait. On démontra qu'une telle transmission équivaut à l'envoi sur la ligne de trois ondes, l'une ayant la fréquence de l'onde porteuse F , et les deux autres de part et d'autre de la première $F + f$ et $F - f$, si f est la fréquence du signal. De la sorte, la transmission absorbe une largeur de bande de $2f$, soit, pour le téléphone, de 8 000 périodes par seconde. En montant deux amplificateurs en « push-pull » (en parallèle et en sens opposé), on peut supprimer l'onde porteuse, puis, par filtrage,

arrêter l'une des deux « bandes latérales »; la largeur de bande occupée par une communication est ainsi réduite à 4 000 cycles. Ce système, d'abord appliqué aux transmissions par fil, le fut ensuite aux liaisons radiophoniques, mais il fallut d'assez longues études pour utiliser à des communications indépendantes les deux bandes latérales d'une même onde.

Malgré cette amélioration, le nombre des fréquences allouées à la radiophonie « poste à poste » ne semble pas suffisant pour assurer le développement normal de cette technique lorsqu'on aura repris l'activité économique mondiale. Il se présente pourtant ici une circonstance favorable, c'est que, par sa nature même, ce genre de communications se prête à des émissions et réceptions dirigées, puisqu'il s'agit de relier deux postes fixes. On a beaucoup développé, notamment aux États-Unis, les antennes directives pour l'émission et la réception (notamment, pour cette dernière, l'antenne dite « Musa » (1), qui comporte un dispositif d'utilisation des ondes courtes réfléchies par l'ionosphère). On peut attribuer ainsi, malgré les grandes distances franchies, la même fréquence à plusieurs postes différents. Mais le nombre des fréquences disponibles pour ce service demeure néanmoins très limité.

Et alors on s'est de nouveau tourné vers les câbles dont la technique a, comme nous l'avons vu, beaucoup progressé. D'une part, on peut aujourd'hui corriger la différence d'affaiblissement du câble suivant la fréquence; d'autre part, comme un câble immergé est à l'abri de toute perturbation extérieure, on peut, en prenant des précautions minutieuses contre l'induction dans les sections d'extrémité, pousser l'amplification à l'arrivée jusqu'au point où

(1) Voir *Science et Vie*, n° 251 (mai 1938), p. 325.

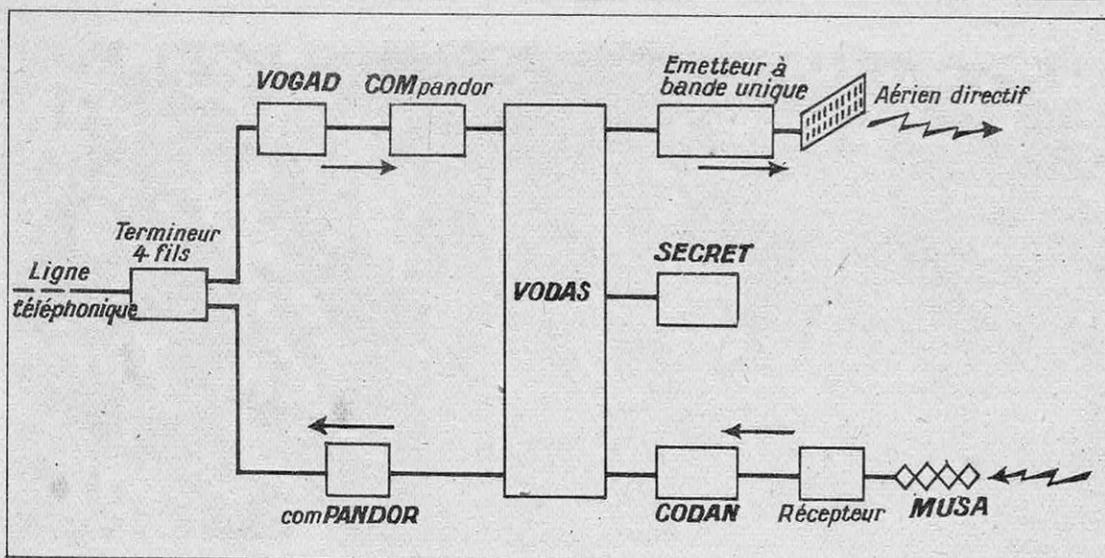


FIG. 8. — SCHÉMA D'UN ÉQUIPEMENT TERMINAL RÉUNISSANT UN RÉSEAU TÉLÉPHONIQUE À UNE LIAISON RADIO

Le dispositif marqué VOGAD (Voice Operated Gain Adjusting Device) a pour mission d'égaliser le volume des signaux téléphoniques quel que soit leur niveau d'entrée (voix d'intensité variable des correspondants, affaiblissement dû aux longueurs différentes des lignes). Le COMPANDOR (COMPressor-exPANDOR) a pour but de rendre les signaux plus intelligibles en provoquant, à l'émission, une distorsion du signal émis (renforcement des parties faibles qui seraient moins bien transmises) et, à la réception, une distorsion inverse du signal reçu. Le VODAS (Voice Operated Device Anti-Singing) est un dispositif de suppression d'amorçage commandé par la voix et reliant automatiquement la ligne téléphonique soit à l'émetteur, soit au récepteur, mais pas aux deux à la fois, évitant ainsi les effets d'écho entre l'émission et la réception. Il est combiné avec le SECRET qui empêche, par des déplacements ou retournements de bandes de fréquences à une cadence connue seulement des opérateurs des postes, que les communications soient surprises par des tiers. Le CODAN (Carrier Operated Device Anti-Noise) est actionné par l'onde porteuse reçue et déconnecte la ligne lorsque cette onde disparaît, empêchant le contrôle automatique de volume d'amplifier les bruits parasites et, par l'intermédiaire du VODAS, de bloquer le circuit d'émission. L'antenne de réception ici représentée est du type MUSA (Multiple Unit Steerable Antenna) qui, par des jeux de déphaseurs entre les éléments en losange, permet de modifier en hauteur la direction de réception pour choisir à tout instant la plus favorable.

le bruit de fond dû à l'agitation thermique des électrons dans les conducteurs devient gênant. On a pu ainsi envisager la constitution de câbles téléphoniques sous-marins reliant la France à l'Algérie, soit 800 km environ, capables de transmettre deux communications téléphoniques et plusieurs voies télégraphiques. Mais c'est là l'extrême limite qu'on puisse atteindre sans relais.

Au reste, pour pouvoir jouer un rôle important et apporter une aide efficace à la radiotéléphonie, il fallait qu'un câble pût assurer non pas une ou deux, mais au moins une ou deux dizaines de communications téléphoniques indépendantes simultanées. Pour cela, il fallait recourir à la technique des courants porteurs sur fils, qui a entraîné le rapprochement des relais à 15 ou 10 km les uns des autres. L'idée de faire de ces relais des pièces de dimensions extrêmement réduites, pouvant être embrochées dans un long manchon inséré dans le câble et ne modifiant que faiblement son encombrement et sa résistance mécanique, fut alors lancée par les ingénieurs américains. Elle semblait bien téméraire, puisqu'elle plaçait dans le fond des océans des organes délicats et susceptibles de s'user (lampes en particulier), et obligeait à des dépenses énormes en cas de rupture de ces organes. Une longue étude des lampes permet d'en utiliser dont la vie garantie doit atteindre vingt ans de fonctionnement continu et de déposer dans le manchon une ou deux lampes

semblables connectées automatiquement à la place de la première si celle-ci vient à se rompre.

Le système a été, en fait, mis en pratique récemment, mais pour des liaisons beaucoup plus courtes et en mers peu profondes. C'est ainsi, qu'un câble reliant l'Angleterre à l'Irlande du Nord a été immergé il y a peu de temps. L'accord est loin d'être unanime sur les avantages de ce système là où d'autres types de câbles peuvent être employés, et de nombreuses difficultés restent encore à résoudre si l'on veut aller très loin. Il n'en reste pas moins que la question de la pose de grands câbles sous-marins à multiples « voies » téléphoniques, avec relais embrochés, est à l'ordre du jour et que, dans ce domaine, qui semblait jusqu'alors réservé au sans-fil, le fil va sans doute s'introduire avec succès.

La téléphonie par câble hertzien

Jusqu'à ces derniers temps, de même que la téléphonie transocéanique semblait réservée au sans-fil, la téléphonie continentale à distance moyenne ne semblait pas pouvoir se passer du fil. Cependant, depuis une dizaine d'années, on a pensé à réaliser des liaisons par ondes ultra-courtes (1), qui ne peuvent d'ailleurs s'effectuer qu'entre points de visibilité directe, pour

(1) On a pu effectuer aussi de telles liaisons téléphoniques par modulation d'un faisceau de rayons infrarouges.

concurrencer les câbles téléphoniques de faible longueur (Pas de Calais, France-Corse, par exemple). Aujourd'hui, on projette de lancer d'un point élevé à un autre, situé à 12 ou 15 km de distance, des faisceaux d'ondes hertziennes qui « porteraient » un certain nombre de communications téléphoniques (fig. 9). En avril 1946, un tel système à douze voies a été mis à l'essai entre Paris et Montmorency (1). Un système de relais permettrait de couvrir des distances plus grandes et de constituer ainsi des liaisons multiples entre grands centres, remplaçant ou complétant les grands câbles et concentrant les dérangements possibles en un nombre de points réduits. Ce système sera-t-il plus économique, toutes conditions d'exploitation égales, que celui des câbles ? Aura-t-il un domaine d'action plus spécialement favorable ? Il est sans doute encore trop tôt pour faire des pronostics à ce sujet. Mais là encore apparaît, de façon inattendue, la concurrence, et il est probable que, si le système semble viable, elle tournera à la collaboration.

La télévision

La télévision est le dernier né des types principaux de télécommunications. En ce qui concerne l'exploitation, elle paraît être une annexe de la radiodiffusion, car ses promoteurs ont surtout pour but de donner au public la vue de spectacles (2) et il ne semble pas, malgré quelques tentatives isolées (3), être question à l'heure actuelle de donner à des abonnés au téléphone la vue de leur correspondant.

Pendant longtemps, on a compté sur les ondes hertziennes pour transmettre ces émissions. Mais, d'une part, les parasites qui se font de plus en plus sentir à mesure que l'émission parcourt une distance plus grande, ont en télévision des effets particulièrement gênants ; d'autre part, puisqu'on arrive aux ondes très courtes, on est ramené encore une fois au domaine de la vue directe. On peut bien l'étendre en surélevant ses antennes, mais dans d'assez faibles limites.

Nous avons vu plus haut que le câble concentrique a semblé donner une solution, mais ce câble est coûteux et, pour être pleinement satisfaisant, demande des conditions de régularité rigoureuse qui ont fait l'objet d'études théoriques, notamment en France, sur lesquelles l'expérience ne s'est pas encore prononcée.

Depuis une année environ, la Société américaine Westinghouse a lancé l'idée de la *stratovision*, c'est-à-dire de l'envoi dans la stratosphère, à 9 000 ou 10 000 m d'altitude, d'avions qui, recevant les émissions de télévision d'un poste terrestre situé à peu de distance, les renverraient dans leur zone de vue directe, c'est-à-dire 300 à 400 km (4). De la sorte, il suffirait de dix-sept à dix-huit avions pour couvrir presque tout le continent américain. Les détails manquent encore sur les modalités envisagées. On entrevoit des difficultés d'exploitation, et il est trop tôt encore pour formuler un jugement

(1) Voir : « Le câble hertzien Paris-Montmorency » (*Science et Vie*, n° 345, juin 1946).

(2) Voir : « Où en est la télévision ? » (*Science et Vie*, n° 339, décembre 1945) et « La télévision sur grand écran » (*Science et Vie*, n° 343, avril 1946).

(3) Voir : « La visiotéléphonie » (*Science et Vie*, n° 346, décembre 1937) et « Le vidéotéléphone » (*Science et Vie*, n° 364, janvier 1948, p. 57).

(4) Voir : « Où en est la télévision ? » (*Science et Vie*, n° 339, décembre 1945).

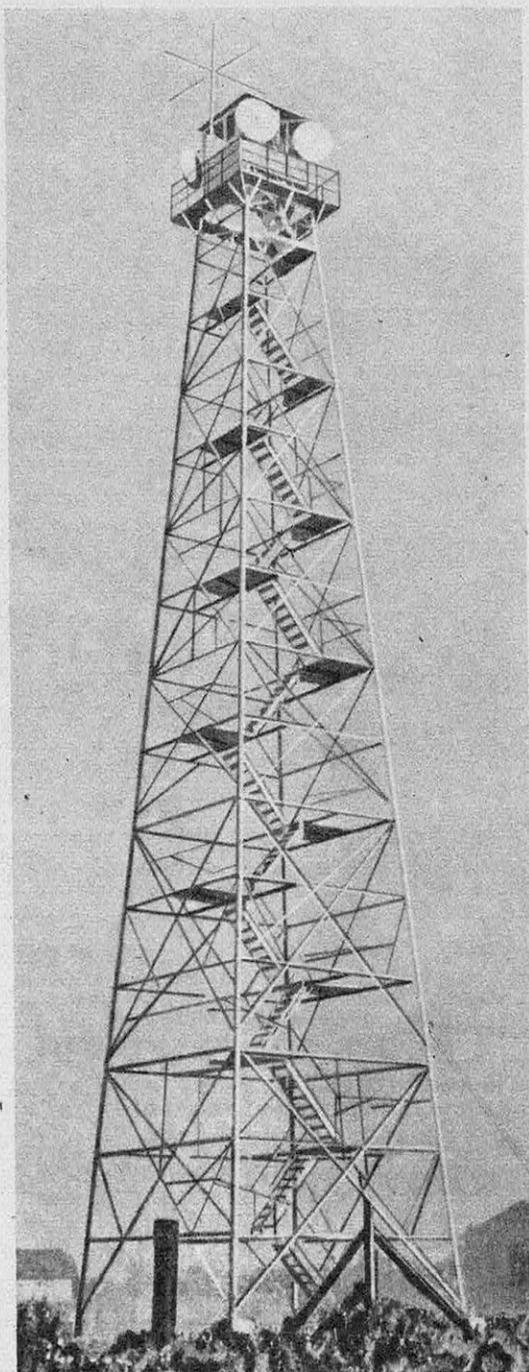


FIG. 9. — UNE DES TOURS PORTANT LES RELAIS DE LA LIAISON PAR ONDES ULTRACOURTES NEW YORK-PHILADELPHIE

La largeur de bande de ce système est de plus de 150 000 cycles et permet la transmission simultanée de messages télégraphiques et téléphoniques ou, par télétypes, de programmes de radiodiffusion et de documents (fac-similés). Les relais, espacés de plusieurs kilomètres, fonctionnent d'une manière entièrement automatique. Les transmissions sont à l'abri de toutes perturbations magnétiques ou autres.

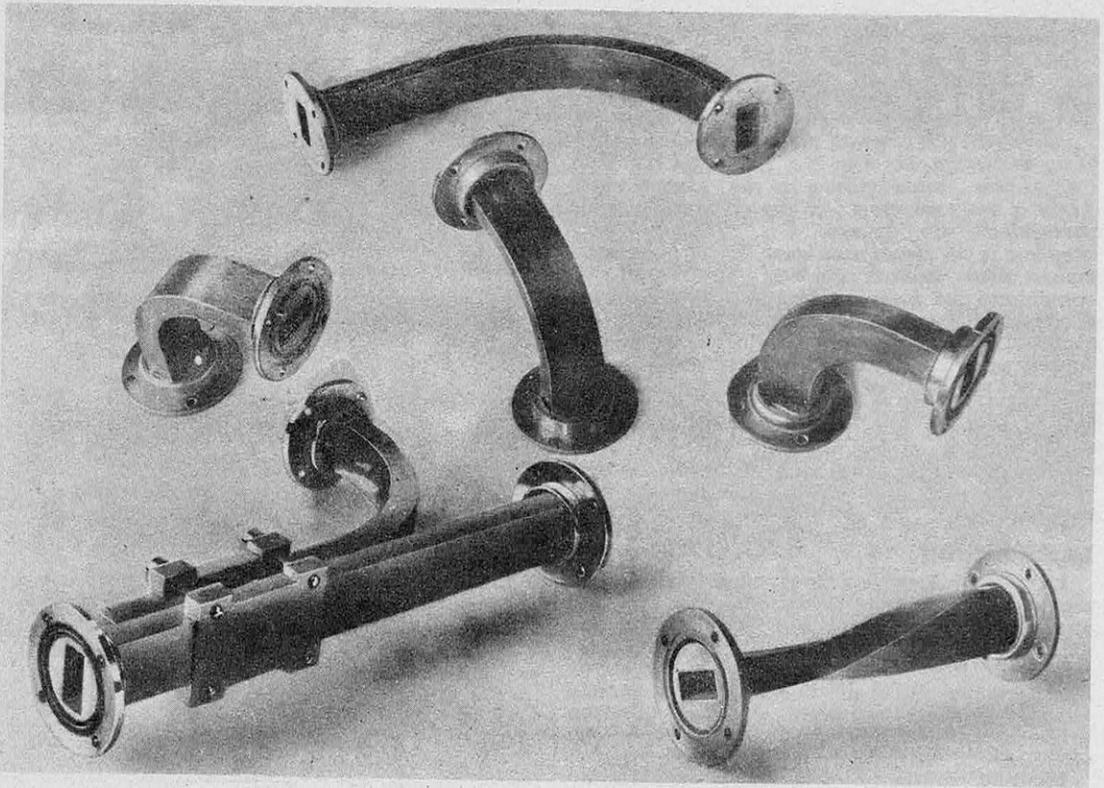


FIG. 10. — TUBES GUIDES D'ONDES

Cette figure représente différents coudes et raccords pour tubes guides d'ondes (ondes de longueur 3 cm). La pièce représentée en bas, à droite, est un « twist »; celle représentée en bas, à gauche, est une fourche unidirectionnelle, c'est-à-dire que les ondes entrant par l'ouverture de gauche sont conduites vers les deux autres ouvertures, tandis que celles qui entrent par une de ces deux dernières ouvertures sortent obligatoirement par l'ouverture de gauche. (C. F. T. H.)

sur l'avenir de ce système, qui semble en tout cas pouvoir rendre des services, soit dans des cas particuliers, soit pour prolonger les zones de réception au delà des régions desservies par des installations fixes. De toute façon, il existe déjà aux États-Unis un réseau de câbles de télévision de plusieurs milliers de kilomètres, et des liaisons radioélectriques par ondes ultracourtes relayées.

Les guides d'ondes

Doit-on parler de fil ou de sans-fil quand il s'agit des ondes guidées, ces ondes à très haute fréquence, identiques à celles de la radio qui, se propageant enfermées à l'intérieur d'une enveloppe métallique sur laquelle elles se réfléchissent sans pouvoir la franchir, doivent ainsi suivre la conduite qui les mène au poste de réception ? Ce système, qui trouve déjà de nombreuses applications dans les émetteurs et récepteurs d'ondes ultracourtes, émetteurs de radar en particulier, a fait depuis une dizaine d'années l'objet de nombreuses études théoriques et expérimentales. Il apparaît comme un système mixte. On se trouve ici dans la région des ultra-hautes fréquences (plusieurs millions de kilocycles), les longueurs d'onde étant de l'ordre du diamètre des tuyaux, c'est-à-dire de quelques centimètres (fig. 10).

Ce domaine des ondes ultracourtes est exploré avec une activité fébrile par les techniciens de la radio. Leurs recherches ont conduit à mettre

au point d'autres procédés de modulation que celui classique de modulation d'amplitude, dans lesquels le courant de signal (en général téléphonique) fait varier telle ou telle caractéristique de l'onde porteuse (fréquence, phase). La modulation en fréquence (1) a pris aux États-Unis une grande extension, tant en radio-diffusion que pour les communications à faible distance, notamment pour les liaisons des unités en campagne. (Ce système, qui a été employé dans la liaison Paris-Montmorency, réduit considérablement l'effet des parasites.) Signalons encore la modulation par impulsions dans laquelle le signal n'est transmis par l'onde porteuse que pendant des durées très brèves et équidistantes, séparées par des intervalles que l'on peut mettre à profit pour d'autres communications. La technique des impulsions a trouvé d'importantes applications dans le radar.

La transmission par fil ne semble pas actuellement en mesure d'utiliser ce domaine de fréquences. Toutefois, il serait imprudent de lui en dénier la possibilité. Qui aurait osé penser, il y a une vingtaine d'années, qu'un câble souterrain à longue distance pourrait transmettre des courants de fréquence approchant de 10 millions de cycles ?

L. CAHEN

(1) Voir : « La radiodiffusion sans parasites grâce à la modulation de fréquence » (*Science et Vie*, n° 270, décembre 1939) et « Les tendances actuelles de la radiodiffusion » (*Science et Vie*, n° 363, décembre 1947).

LES GREFFES DE CORNÉE

par Jean CAUVIN

La vue est celui de nos sens qui nous donne sur le monde extérieur les renseignements les plus immédiats et les plus précis, et son importance n'a fait que croître avec les progrès des sciences et des techniques qui confient à l'œil, dans la vie moderne, un nombre toujours croissant d'opérations très diverses. La lutte contre la cécité est donc d'une importance sociale considérable. L'organe de la vision constitué par l'œil et certaines régions du cerveau est un appareil complexe et difficile à réparer lorsqu'il a subi une lésion ; mais la difficulté n'est pas la même suivant le siège de cette lésion : système optique qui forme les images, rétine qui les analyse, nerf optique qui transmet les influx nerveux, cerveau qui les interprète. Ce sont les lésions de l'appareil optique qui sont en général les moins délicates à réparer et ce sont celles que les chirurgiens ont tenté d'opérer les premières (opération de la cataracte, greffe de la cornée, hublot cornéen). Leurs interventions sont de plus en plus audacieuses et aussi de plus en plus heureuses à mesure que les connaissances biologiques indispensables à leur succès vont en se précisant.

Le premier soin que l'on donne à l'enfant à sa naissance — avant même de le séparer de sa mère — est la désinfection des yeux. Ceci montre le prix qu'on attache à la vision, condition indispensable à une existence normale.

La cécité constitue en effet un problème social, beaucoup plus grave dans certains pays étrangers qu'en France en raison de la fréquence de certaines affections capables de la provoquer. On compte environ 6 millions d'aveugles dans le monde. En France, leur nombre était de 32 000 en 1926, et il s'est élevé depuis à la suite des blessures et brûlures provoquées par la guerre.

Or une certaine proportion des cas de cécité (3 500 à 4 000 en France) tient à une cause minime en apparence : l'œil cesse de voir parce que la cornée, cette membrane qui le limite vers l'avant, cesse d'être transparente. Ces cas sont ceux que le médecin comme le malade supportent avec le moins de résignation, mais du moins ils ne sont pas sans espoir ; l'aveugle par affection cornéenne peut subir une greffe de la cornée (kératoplastie) qui, lorsqu'elle réussit, lui rend la vue ou l'améliore dans une large mesure.

Comment se forment les « taies » de l'œil

L'œil (fig. 1) a été souvent comparé à un appareil photographique dans lequel la rétine joue le rôle de la pellicule, l'iris celui d'un diaphragme d'ouverture variable selon l'intensité de la lumière, et où les milieux réfringents de l'œil, délimités par des

surfaces courbes, figurent l'objectif, la mise au point automatique et instantanée étant assurée par les variations de courbure du cristallin. A la différence de la camera, le globe oculaire n'est pas vide (ou plutôt rempli d'air), mais contient des liquides, l'humeur aqueuse et le corps vitré. Pour empêcher la fuite de ces liquides, l'appareil oculaire est enfermé dans une membrane fibreuse solide et étanche de forme approximativement sphérique, la sclérotique.

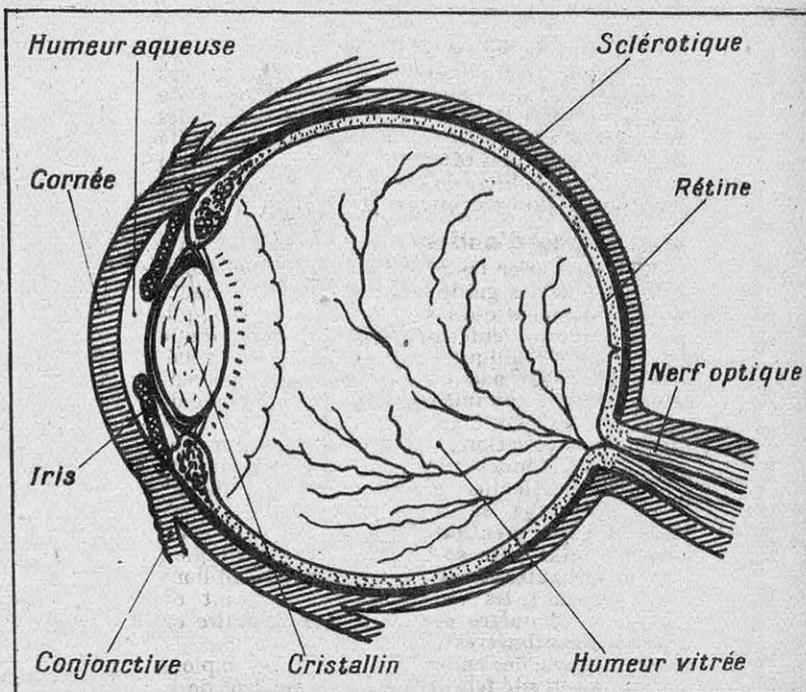


FIG. 1. — COUPE SCHÉMATIQUE DE L'ŒIL HUMAIN

La sclérotique, ou « blanc de l'œil », est prolongée en avant par une membrane sphérique incolore et transparente que l'on nomme *cornée*. Cette dernière est donc une sorte de hublot, permettant aux rayons lumineux de pénétrer dans l'œil et leur faisant subir la première des réfractions qui entraînent la formation d'une image sur la surface de la rétine tapissée des terminaisons du nerf optique.

La cornée forme ainsi une sorte de verre de montre d'une limpidité parfaite, mais, à la différence du verre, matière morte et d'une composition chimique relativement simple, elle est formée de tissu vivant, de fibres et de cellules conjonctives, recouvertes sur ses deux faces antérieure et postérieure d'un épithélium et d'un endothélium. Ces tissus vivants se nourrissent, respirent, croissent, vieillissent et renouvellent leurs cellules sans que soit troublée la transparence cristalline de la cornée. On n'est encore parvenu que partiellement à expliquer cette transparence parfaite. Le tissu de la cornée offre des compositions chimiques et des structures physiques très spéciales qui sont probablement entretenues par une hormone secrétée par les cellules conjonctives de la cornée même, les kératoblastes. D'autre part, aucun vaisseau ne pénètre dans la cornée, rare exemple de tissu sans circulation sanguine. Ce que la cornée a gagné en perfection du point de vue optique, elle l'a perdu par contre quant à son pouvoir de régénération en cas de blessure. Seules de toutes petites lésions de la cornée peuvent se réparer sans dommage pour la fonction visuelle.

Que la cornée devienne l'objet d'une infection, d'une blessure tant soit peu grave, d'une brûlure par chaux vive ou graisse bouillante par exemple, des vaisseaux sanguins pénètrent dans cette membrane diaphane pour y apporter les éléments anti-infectieux et réparateurs nécessaires à la guérison. Malheureusement, ces éléments sont les mêmes que dans tous les points du corps, et la cicatrice sera opaque comme sur la peau ordinaire. La fenêtre de l'œil ne sera plus en verre transparent, mais en verre dépoli (dans les cas légers), et, dans les cas graves, deviendra complètement opaque.

Les infections susceptibles d'atteindre la cornée sont le trachome ou conjonctivite granuleuse, maladie terrible responsable d'un grand nombre de cécités, et qui est très répandue dans certains pays comme la Russie et heureusement exceptionnelle en France, les kératites syphi-

litique, tuberculeuse ou herpétique, l'infection gonococcique, et l'ulcère à hypopyon (qui se traduit par une accumulation de pus dans la chambre antérieure de l'œil).

D'autres affections de la cornée sont congénitales et souvent héréditaires comme le kératocône, défaut de la cornée qui rend impossible la formation correcte des images, la kératite nodulaire qui est transmise d'un individu à ses descendants par un « gène » dominant, et la kératite tachetée qui est au contraire récessive, enfin la kératite « grillagée ». On voit donc que des maladies ou des malformations très nombreuses peuvent atteindre la cornée et nécessiter la transplantation d'une cornée satisfaisante du point de vue optique.

L'histoire de la « kératoplastie »

Depuis longtemps, les ophtalmologistes ont essayé de guérir ces cicatrices vicieuses qu'on appelle taches ou leucomes. Or, aucun collyre n'a réussi à les éclaircir.

En 1802, Pellier de Quengsy proposa l'application d'une cornée artificielle et, en 1853, Nussbaum enchâssa au centre de la cornée un double bouton de verre. Cet essai, ainsi qu'un autre fait avec un disque de celluloïd (1883), était voué à l'échec parce que la cornée ne tolère aucun corps étranger et que l'œil se refuse à guérir de cette opération. D'autres chirurgiens, dont le premier en date fut Reisinger (1818), eurent l'idée de remplacer la cornée malade par un greffon prélevé sur un animal, chien, poule ou porc. Mais tous ces essais devaient rester infructueux, le greffon ne gardant jamais sa transparence, même si par chance la greffe venait à prendre. Ces échecs étaient dus à la méconnaissance du principe de l'*homogreffe*. En effet, les tissus prélevés sur une autre espèce animale (hétérogreffe) ou, encore mieux, prélevés sur l'individu même (autogreffe). Fuchs (Vienne) en 1894, eut le premier l'idée de se servir de greffons de cornée humaine, et, en 1906, Édouard Zirm publia le premier résultat favorable et durable de kératoplastie. Il fut bientôt suivi par beaucoup d'autres praticiens et, si la greffe de la cornée n'était pas devenue avant la guerre une opération courante, elle était cependant pratiquée, dans plusieurs pays et en particulier en France, par plusieurs chirurgiens. La greffe de la cornée n'est donc nullement une

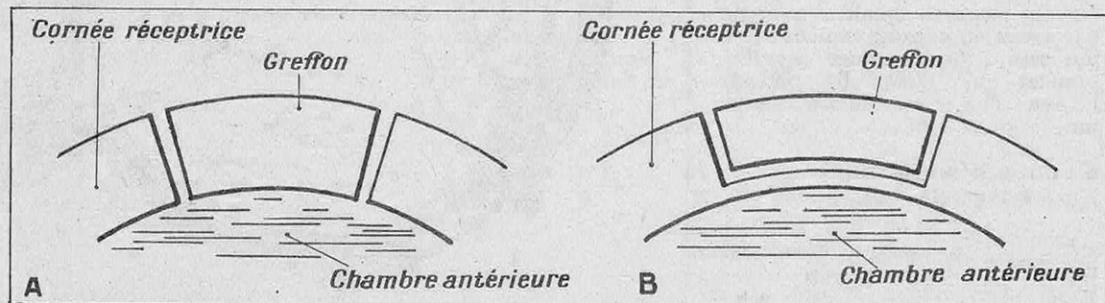


FIG. 2. — LES DEUX MANIÈRES D'OPÉRER LES GREFFES DE CORNÉE

En B, une greffe lamellaire. Seules les couches externes de la cornée sont enlevées, et la chambre antérieure de l'œil n'est pas ouverte. Le globe oculaire reste intact. En A, une greffe perforante avec ouverture de la chambre antérieure.

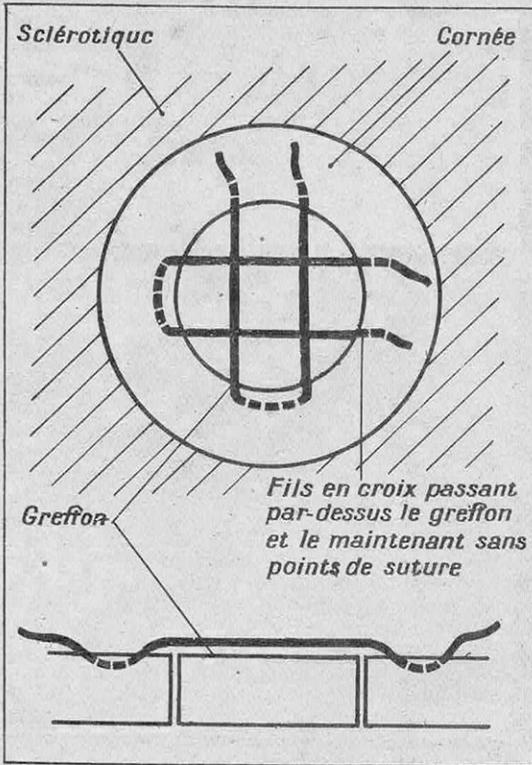


FIG. 3. — L'UNE DES MÉTHODES D'IMMOBILISATION DU GREFFON SUR LA CORNÉE RÉCEPTRICE (D'APRÈS OFFRET)
Le greffon est maintenu en place à l'aide de fils passant par-dessus et le maintenant sans points de suture.

invention nouvelle, comme on a pu le croire à la lecture de nombreux articles parus récemment dans la presse.

Si la méthode de l'homogreffe humaine ne trouva pas immédiatement une application étendue, cela tenait aux difficultés immenses que l'on avait à se procurer le matériel de greffe. Rares étaient en effet les cas où l'on pouvait prélever des cornées sur l'homme. Parfois, en effet, le chirurgien était obligé d'énucléer un œil pour une maladie survenant sur d'autres parties du globe oculaire. Il était alors possible d'utiliser la cornée pour une transplantation. Parfois un aveugle présentait une taie d'un œil et une cécité de nature différente de l'autre œil. On pouvait alors greffer la cornée saine sur l'œil voilé par la taie. On imagine que ces cas étaient très rares et il fallut les travaux de Filatoff pour faire vraiment entrer la kératoplastie dans la pratique courante.

A la suite des travaux de son compatriote Judine qui généralisa l'utilisation du sang de cadavre pour les transfusions sanguines, le médecin russe Filatoff pensa qu'il serait possible d'utiliser les cornées de cadavre pour la greffe et ses essais furent couronnés de succès. La mort de l'individu, que l'on fait commencer à l'instant où se produit l'arrêt du cœur et de l'appareil respiratoire, n'entraîne pas la mort immédiate de tous ses organes, tissus ou cellules. La cornée reste vivante sur un cadavre pendant plus de

douze heures après la mort. Si, à ce moment, on l'enlève pour la soustraire ainsi à l'action nocive des produits de décomposition cadavérique, et si on la place dans du sérum physiologique à + 4° C dans une glacière, elle peut survivre encore soixante-douze heures. Ces délais permettent donc l'utilisation chirurgicale de cornées cadavériques. Filatoff dirige actuellement à Odessa un Institut de kératoplastie de 300 lits où l'on pratique exclusivement cette opération particulièrement utile en Russie où, comme nous l'avons dit, le trachome est très répandu.

La technique de la greffe

Cette technique varie dans ses détails d'un praticien à un autre, mais, dans ses grandes lignes, elle est toujours sensiblement la même. Elle comporte une opération sur le cadavre : le

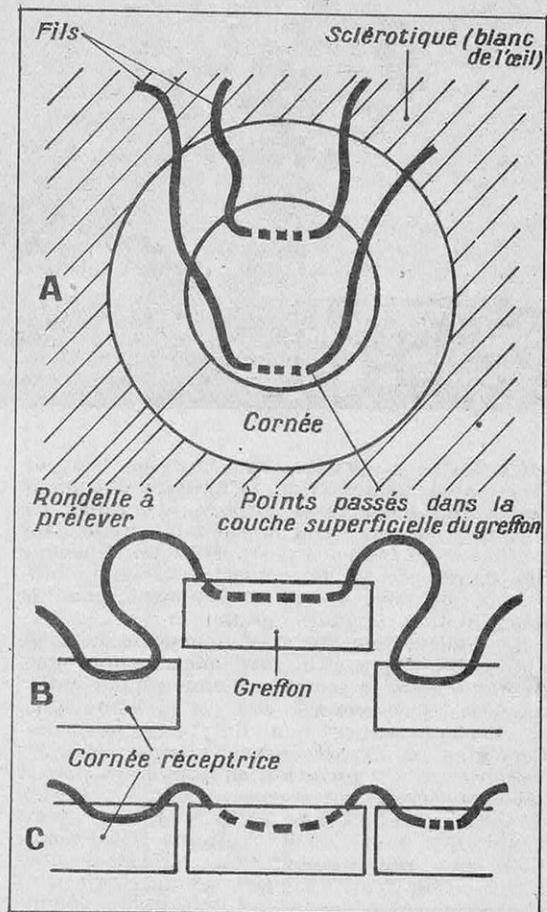


FIG. 4. — UNE AUTRE TECHNIQUE DE PRÉLÈVEMENT ET DE FIXATION DU GREFFON SUR LA CORNÉE RÉCEPTRICE (D'APRÈS CORNET)

En A, des fils de suture sont fixés sur la cornée à prélever de façon à ne léser qu'une très mince couche externe. On découpe alors la cornée à l'aide d'un trépan circulaire à l'intérieur duquel passent les fils de suture, et ces fils servent à transporter le greffon sans aucun autre contact susceptible de le détériorer. En B, les fils de suture sont fixés sur la cornée réceptrice et il suffit de les tendre, en C, pour amener et maintenir très exactement en place le greffon.

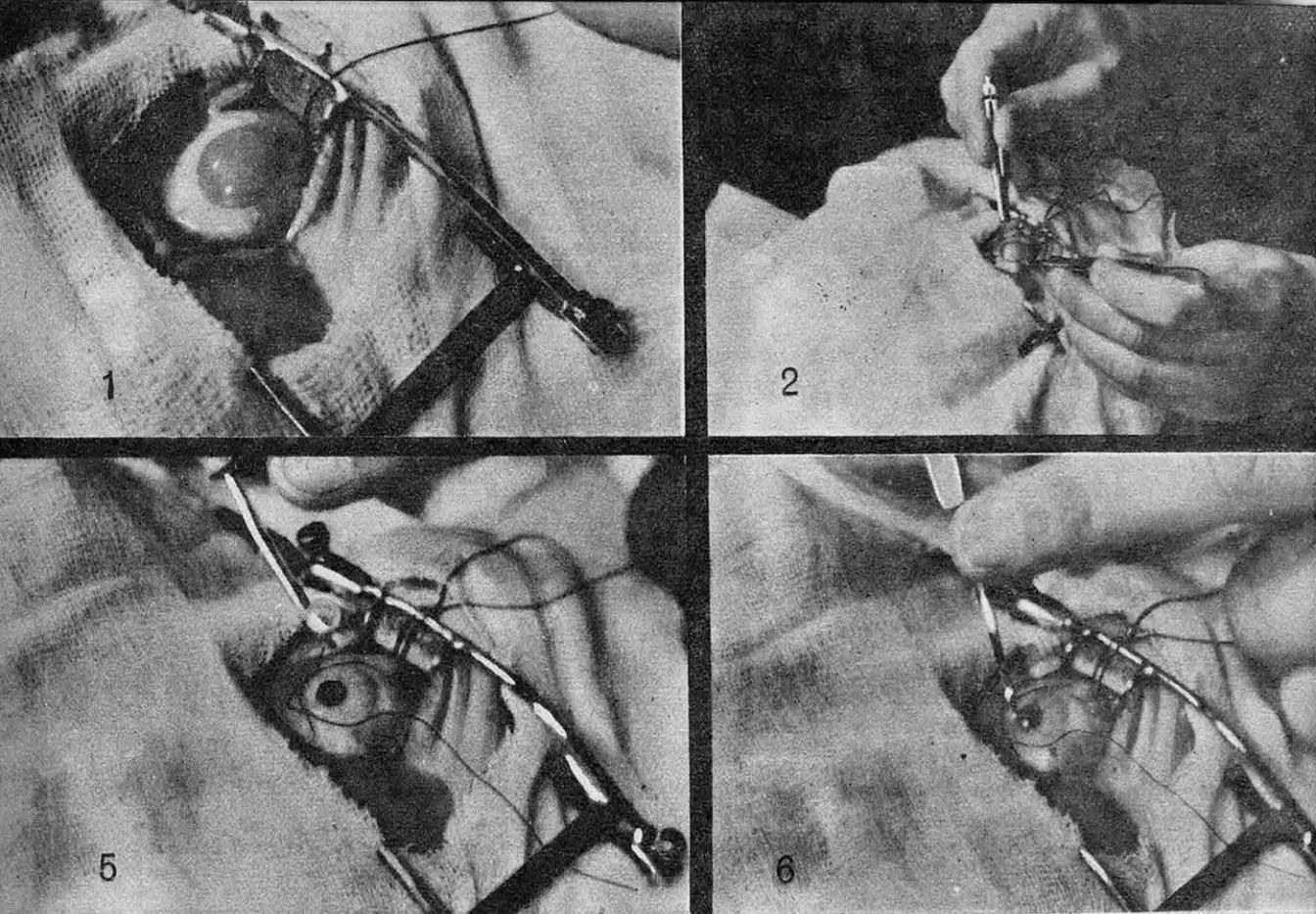


FIG. 5. — LES PRINCIPALES PHASES D'UNE GREFFE DE CORNÉE (D'APRÈS UN FILM RÉALISÉ PAR LE D^r GIRARDET). En (1), l'œil à opérer est immobilisé et anesthésié pour l'opération. Sa cornée est totalement opaque. En (2) et (3), on découpe à l'aide d'un trépan spécial une ouverture circulaire dans la cornée opaque. En (4), des fils qui servent à maintenir en place le greffon ont été passés dans la sclérotique de l'œil. On enlève la

prélèvement du greffon, puis la préparation de l'œil malade à l'opération, l'excision d'une partie de la cornée opaque pour ménager le logement du greffon transparent, la fixation du greffon sur l'œil et enfin les soins postopératoires. Chacune des phases de la kératoplastie demande infiniment de soin et particulièrement pour la manipulation du fragile greffon.

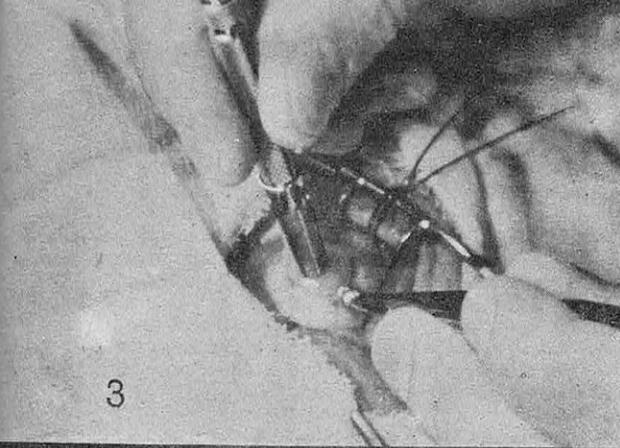
Le prélèvement du greffon peut se faire de différentes façons. En Amérique et en France, dans un premier temps, on énuclé l'œil entier que l'on transporte à la clinique de kéroplastie, et c'est là seulement que l'on prélève la cornée. Cependant, en France, Cornet préfère au contraire installer les fils qui maintiendront le greffon et prélever le greffon sur le cadavre sans énucléation de l'œil, au point que cette mutilation n'est visible que pour des observateurs très avertis. C'est une véritable opération chirurgicale analogue à celle que l'on ferait sur un être vivant et qui s'entoure des mêmes précautions : tenue et gants aseptiques des chirurgiens, champs opératoires sur le cadavre, désinfection de la région oculaire avec du mercurochrome ou de l'alcool iodé, instillation d'un collyre antiseptique (au cyanure de mercure) dans l'œil. Pour obtenir le maximum de précision des mouvements dans cette intervention délicate entre toutes, le chirurgien et son aide sont assis, les coudes appuyés sur la table. A l'aide d'un trépan spécial, on enlève d'un coup sec dans la partie centrale de la cornée une rondelle de 4 à 5 mm de diamètre et même plus. Le greffon est alors

conservé à la chambre froide dans du sérum physiologique ou dans le sang du malade qui doit le recevoir. Certains auteurs vont même jusqu'à le congeler. Cependant il peut être utilisé immédiatement.

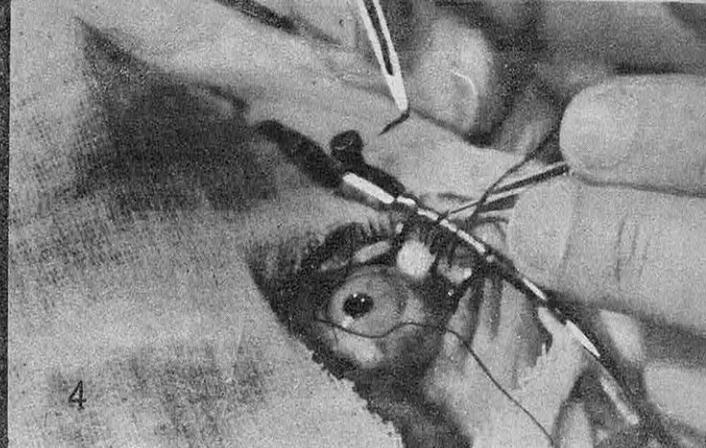
Si l'opacification atteint toute l'épaisseur de la cornée, il faut évidemment faire une kératoplastie perforante ou transfixiante, c'est-à-dire comprenant la cornée dans toute son épaisseur (fig. 2). Si, par contre, la cornée n'est troublée que dans sa couche extérieure, il suffit de faire une kératoplastie lamellaire qui ne remplace que cette couche malade. Cette dernière technique paraît au premier abord plus délicate en raison de l'extrême précision requise à la fois pour l'extraction du greffon et pour l'extraction de la partie opaque de la cornée du malade, mais elle présente des avantages considérables. Le fait de laisser en place une couche, même mince, permet de ne pas ouvrir le globe oculaire. En enlevant, par contre, la cornée entière, on donne issue à l'humeur aqueuse, liquide qui remplit la chambre antérieure de l'œil. Dans la brèche ainsi ouverte, l'iris et le cristallin ont tendance à s'engager, à faire hernie hors du globe, ce qui peut gravement compromettre la prise du greffon.

De plus, dans les greffes lamellaires, la rondelle greffée est en contact avec la cornée du malade non seulement par son bord circulaire, très mince, mais y adhère par toute sa surface profonde, ce qui augmente considérablement les chances de bonne cicatrisation.

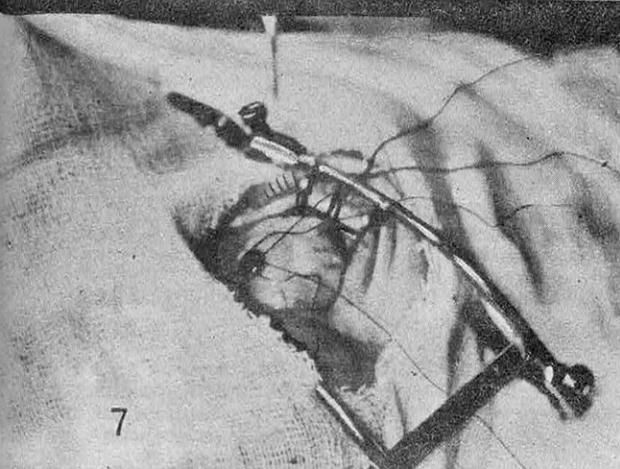
Que l'on pratique l'une ou l'autre variété de



3



4



7



8

cornée opaque. En (5) et (6), on amène la cornée transparente (fraîchement prélevée sur un cadavre) et on l'enchâsse dans l'ouverture que l'on a pratiquée dans l'œil. En (7), les fils croisés sont tendus au contact de la nouvelle cornée qu'ils maintiendront en place en attendant que la greffe ait pris. En (8), le malade dont les yeux étaient atteints n'a encore subi que la greffe de l'œil gauche, son œil droit est totalement aveugle.

kératoplastie, le patient subit l'opération sans anesthésie générale. La cornée est insensibilisée à l'aide de cocaïne. D'autre part, on fait une injection anesthésique rétrobulbaire (dans le tissu cellulaire qui se trouve derrière le globe) pour paralyser tous les muscles externes de l'œil et immobiliser strictement ce dernier. On trépane alors la cornée exactement de la même façon que l'on avait prélevé le greffon, et l'on est ainsi sûr que le greffon s'adaptera exactement au lit préparé pour le recevoir.

La fixation du greffon (fig. 3 et 4) dans sa nouvelle place, pose un autre problème. Il est résolu différemment suivant les cliniques. Une première technique de nature directe applique sur le greffon un fil de soie très fin et qui ne traverse que les couches toutes superficielles pour ne pas laisser de cicatrices nuisibles. Elle permet un maintien en place absolu du greffon. Une seconde technique de simple contention remplace la suture directe par l'application des fils sur la surface du greffon. On fixe sur la cornée du malade, en dehors du cercle de trépanation, deux paires de fils en croix. Ces fils sont d'abord écartés pour permettre la mise en place de la rondelle cornéenne, on les resserre ensuite et ils viennent ainsi former une double croix au-devant du greffon qu'ils maintiennent et immobilisent jusqu'à ce que la soudure soit faite.

La manipulation et l'immobilisation d'un greffon lamellaire exigent encore une précaution supplémentaire. Étant très fin, on le conçoit,

puisque la cornée entière n'a qu'un millimètre environ d'épaisseur, il est extrêmement fragile et on ne doit pas oublier qu'il a d'autant plus de chances de rester transparent qu'il a été moins lésé par l'opération.

En France, en Suisse et en Amérique, on utilise des greffons ronds de préférence aux greffons carrés ou rectangulaires. Si l'on adopte l'une de ces deux dernières formes pour le greffon, le trépan est alors remplacé par un double couteau à lames parallèles dont l'écartement est réglable selon les dimensions voulues pour la greffe.

En terminant l'opération, on protège la fragilité du greffon par un lambeau de conjonctive inversé ou un fragment de fine baudruche ou de membrane coquillière d'œuf; on applique de la pénicilline pour éviter les accidents infectieux, et un pansement occlusif qui sera renouvelé vers le sixième jour. Ce premier pansement est très délicat parce que la lumière fait souffrir l'opéré et provoque des spasmes de la paupière. On coupe les fils et enlève la membrane qui protégeait le greffon. Par la suite, on renouvelle le pansement tous les deux ou trois jours jusqu'à la cicatrisation qui est complète vers le trentième jour. Le greffé quitte alors l'hôpital et peut travailler normalement.

Il sera surveillé pendant plusieurs mois avant qu'on soit sûr que la cornée greffée gardera sa transparence, ou dans les cas moins favorables, deviendra translucide. Si le greffon vient à s'opacifier, tout espoir n'est d'ailleurs pas perdu

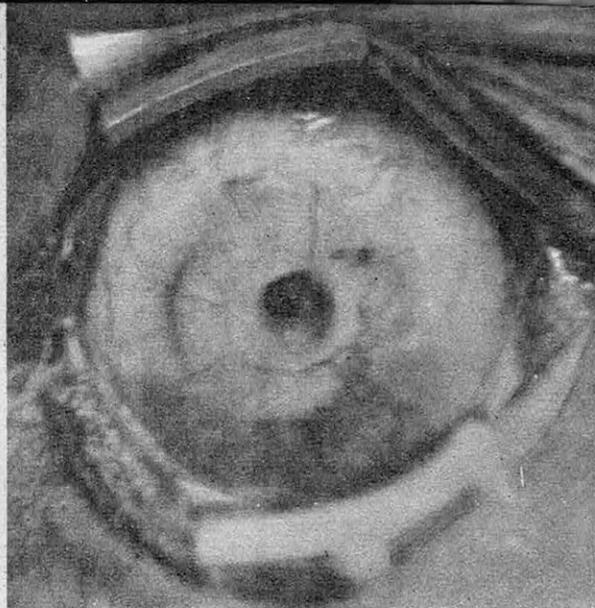
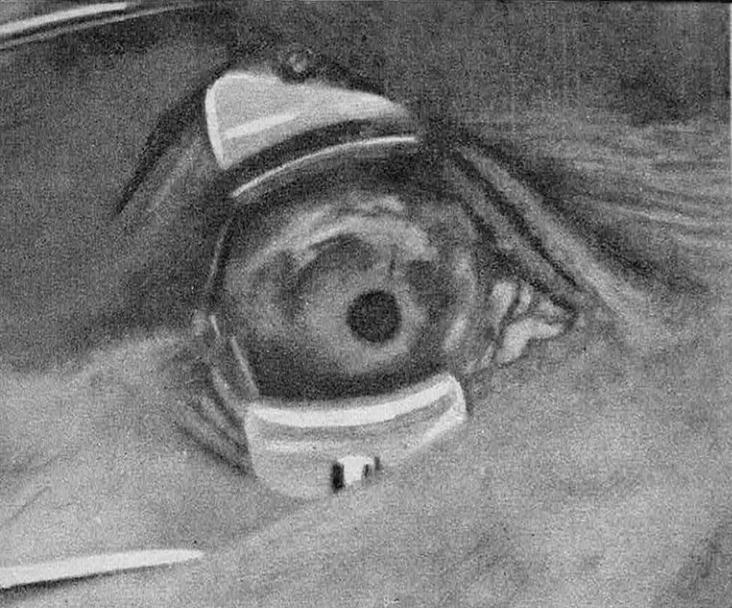


FIG. 6 ET 7. — UN HUBLOT CORNÉEN TRANSPARENT CRÉÉ CHIRURGICALEMENT DANS UNE CORNÉE TOTALEMENT OPAQUE (D'APRÈS CORNET)

L'opération consiste à enlever toute l'épaisseur de la gangue cicatricielle qui englobe la cornée et une partie des éléments intérieurs de l'œil et à laisser cicatriser l'œil sous la protection d'un lambeau de conjonctive inversé. Dans certaines conditions, la membrane cicatricielle est transparente. A gauche, l'œil quinze jours après l'opération; à droite, le même œil six mois après l'opération, restant indéfiniment à ce stade à partir du quatrième mois après l'opération.

pour le malade, et les chirurgiens n'hésitent à pratiquer deux ou trois greffes successives.

En moyenne, dans l'état actuel de la technique, on compte entre 20 et 25 % de succès complets (le greffon restant transparent), entre 30 et 35 % d'améliorations moins complètes (le greffon devenant seulement translucide). Dans les autres cas, on n'observe pas d'amélioration. La proportion des succès pourra sans doute être notablement améliorée par le perfectionnement de la technique opératoire, et surtout par une meilleure sélection des sujets traités.

L'approvisionnement en cornées de remplacement

Dans chaque pays, le problème de l'approvisionnement en greffons se pose d'une façon différente en fonction de la législation qui protège la dépouille des morts, et, à l'heure actuelle, la demande est nettement supérieure à l'offre sur ce marché que les anticipateurs les plus audacieux n'auraient pas osé imaginer il y a cinquante ans.

Si, en Russie, la législation n'entrave pas le prélèvement précoce de cornée sur les cadavres, il n'en est pas ainsi dans tous les autres pays. En Amérique, par exemple,

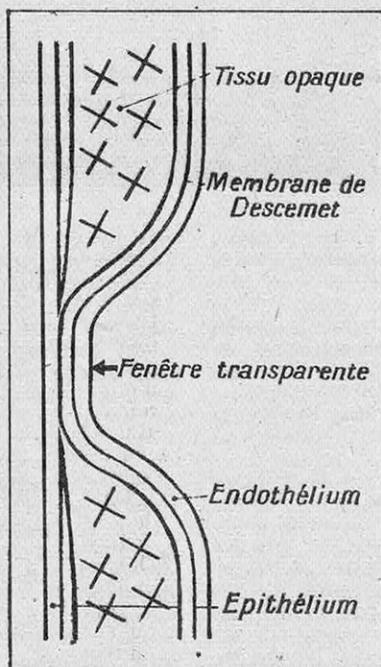


FIG. 8. — LE PRINCIPE DU « HUBLOT CORNÉEN » (D'APRÈS CORNET)

Si l'on perce un trou dans une cornée leucomateuse, le tissu cicatriciel opaque peut ne pas participer à l'obturation de la brèche, et la membrane cicatricielle constituée par l'épithélium et le « bilame » de deux membranes postérieures de la cornée est alors transparente et donne à l'œil une vision imparfaite, mais constituant cependant un grand progrès par rapport à la cécité complète.

où l'on compte 250 000 aveugles dont 10 000 seraient justiciables de la kératoplastie, il faut le consentement donné de son vivant par le « propriétaire ». Les Américains, avec leur sens pratique, ont alors entrepris une campagne de propagande pour trouver des donateurs d'yeux et ont créé un organisme spécial destiné à recueillir et à amener à leur point d'utilisation les yeux légués pour être greffés. L'Eye Bank for Sight Restoration, créée en 1945 par le Dr R. Townley Paton avec la collaboration de Mrs. Beckenridge, femme d'un avocat de New York, et patronnée par les grandes organisations féminines, est un véritable « trust des yeux ». La Croix Rouge assure un service ininterrompu de vingt-quatre heures pour garantir la livraison rapide des yeux. Elle vient prendre livraison de l'œil à l'hôpital, le conduit à l'avion qui le portera à l'aéroport de New York. De là il est livré très rapidement au local du trust où il est examiné et soumis à des expériences de contrôle. L'Eye Bank a obtenu des grandes compagnies aériennes des contrats les engageant à transporter les yeux dans les délais nécessaires. Plus de quatre-vingts hôpitaux sont affiliés au trust, qui possède en outre, une succursale à Chicago. Dernièrement, son activité s'est

encore accrue, car l'Eye Bank s'occupe aussi de la formation de chirurgiens spécialistes de la greffe de la cornée.

A la suite de l'immense publicité de l'Eye Bank on a pu croire que les États-Unis détenaient le monopole de la kératoplastie et que les aveugles français étaient obligés de rester infirmes ou de se faire opérer en Amérique. Or la France dispose d'un grand nombre d'excellents « kératoplasticiens ».

Mais les chirurgiens se heurtaient jusqu'à une date toute récente à de grandes difficultés d'approvisionnement en yeux : des règlements draconiens interdisaient formellement le moindre prélèvement sur un cadavre avant vingt-quatre heures ; il était alors trop tard pour obtenir un tissu utilisable. La seule solution, à moins de se mettre en contravention avec la loi, était alors d'utiliser des yeux fraîchement énuclés, donc malades et généralement en mauvais état, ce qui diminuait les chances du succès.

A la suite des démarches de médecins légistes éminents, cette législation déplorable a été abrogée, et, dans certains hôpitaux, les prélèvements pourront désormais être effectués sans délai sur le cadavre, dont la mort devra être constatée par deux médecins de l'établissement au moyen de tous les procédés reconnus valables.

Grâce à ces nouvelles facilités dont disposent les chirurgiens français, il est hors de doute que la kératoplastie est appelée à perdre son caractère d'opération un peu exceptionnelle et à entrer dans le domaine de la chirurgie courante.

Le « hublot cornéen »

Pour si remarquables que soient les résultats obtenus par certaines greffes de cornée, il ne faut pas se dissimuler que la portée de ces opérations reste limitée. Dans de nombreux cas, l'ophtalmologiste discerne immédiatement à l'examen de l'œil malade qu'une greffe serait inutile. Malheureusement ces cas sont en général ceux où le malade est complètement aveugle, et où par conséquent il serait le plus intéressant de lui donner une vision, même partielle et imparfaite, du monde qui l'entoure.

La chirurgie oculaire ne s'avoue cependant pas impuissante, et il existe une série d'opérations qui permettent dans certains cas de réaliser, avec ou sans greffe, une « fenêtre » transparente dans un œil rendu aveugle par des lésions cicatricielles opaques de toute sa partie antérieure.

Mentionnons d'abord la « kératectomie », ou épouillage de la cornée, découverte il y a plus de cent ans (1843) par Donders, et dont les observations ont été vérifiées depuis lors à plusieurs reprises. Elle consiste à épouiller la cornée, lorsque celle-ci n'est opaque que dans sa partie antérieure, en incisant en dessous de la partie cicatrisée.

Donders s'aperçut que, dans certains cas, la partie antérieure de l'œil pouvait régénérer un tissu transparent sans qu'aucune greffe fût nécessaire ; c'était en quelque sorte une exception à la loi d'opacité des cicatrices de l'œil. Le Dr Cornet a poussé à l'extrême ces recherches et, se basant sur trois lésions pathologiques exceptionnelles ayant donné lieu à une cicatrisation transparente, a réalisé deux opérations de caractère entièrement nouveau.

Les cicatrisations transparentes sont constituées par l'épithélium de la cornée qui s'accroche aux membranes postérieures de celle-ci : l'endothélium et la fine membrane élastique (dite de



FIG. 9. — UN HUBLOT CORNÉEN A GREFFE LAMELLAIRE POSTÉRIEURE (D'APRÈS CORNET)

On a créé chirurgicalement une ouverture totale dans le tissu cicatriciel opaque pour conserver la transparence du cristallin encore normal. On a refermé le fond de l'ouverture en greffant un « bilame » formé par l'endothélium et la membrane de Descemet prélevés sur un cadavre. L'épithélium a recouvert ce bilame en barrant la route au tissu central qui aurait formé une cicatrice opaque.

Descemet) qui se trouve directement à son contact. L'adhérence entre les membranes antérieures et postérieures de la cornée barre la route au tissu central qui constitue la portion opaque de la cornée (fig. 8). La formation de cette cicatrice transparente suppose un certain nombre de conditions : il faut que le tissu opaque de la cornée leucomateuse soit vieilli et ait perdu une grande part de ses capacités de prolifération. Celles-ci sont encore réduites en l'absence de vaisseaux sanguins. Enfin, il faut que l'épithélium soit, au contraire, intact et sain.

Sans entrer dans le détail des opérations délicates qui permettent de réaliser une ouverture transparente dans l'œil leucomateux, disons qu'elles comportent une excision d'une petite rondelle de cornée, qui peut occasionner une perte plus ou moins importante des milieux réfringents de l'œil, y compris le cristallin. L'œil ainsi ouvert est protégé par un fragment de conjonctive jusqu'à ce que l'épithélium ait refermé l'ouverture ainsi pratiquée.

Dans d'autres cas, on greffe non pas la cornée dans toute son épaisseur, mais seulement les deux membranes postérieures (endothélium et Descemet) qui, avec l'épithélium régénéré par l'œil malade, constitueront une paroi transparente.

Les figures 6, 7 et 9 montrent les résultats obtenus sur des malades totalement aveugles, et qui ont pu recouvrer partiellement l'usage de leurs yeux. Ici encore il faut se garder de tout excès d'optimisme ou de pessimisme. Des succès ont été enregistrés et leur statistique s'élèvera sans doute dans l'avenir. Ce sont surtout les progrès de la biologie qui permettront de diriger la cicatrisation transparente des tissus de l'œil et d'éviter la prolifération des tissus opaques, de même que, dans le cas des greffes de cornée, ils ont précisé les conditions de reprise correcte du greffon et rendu efficace une opération qui a très peu varié dans sa technique depuis les premiers praticiens qui ont eu l'audace de la tenter.

J. CAUVIN

RADAR ET LIGNES ÉLECTRIQUES

par Jean CASTELLAN

Lorsqu'une ligne de transport d'énergie ou une ligne téléphonique ou télégraphique vient à se couper ou à se détériorer, on s'en aperçoit en général rapidement par l'arrêt ou le mauvais fonctionnement des appareils qu'elle dessert. Localiser la défectuosité est un problème plus délicat, surtout si la ligne traverse des régions montagneuses difficiles à contrôler, ou si la réparation doit être accomplie d'urgence la nuit ou par mauvais temps. La technique radar apporte à ce problème une solution intéressante, mise au point par les Chemins de fer australiens de la Nouvelle-Galles du Sud. Elle permet de déceler à quelque cent mètres près l'emplacement de la défectuosité, par mesure du temps d'aller et retour d'un signal très court envoyé sur la ligne et réfléchi par ses discontinuités de toutes natures.

DANS ses applications habituelles, le radar mesure des distances dans des milieux non conducteurs de l'électricité par mesure du temps s'écoulant entre le départ et le retour d'impulsions radioélectriques envoyées sur ondes dirigées très courtes, à des intervalles suffisamment grands par rapport à la durée des impulsions et à celle de la propagation aller et retour, et réfléchies par tout corps rencontré par le faisceau (fuselage d'avion, nuages ionisés, etc.) (1).

Une méthode analogue peut s'appliquer à la vérification à distance des lignes conductrices, aussi bien celles qui transportent l'énergie électrique que celles utilisées pour les communications télégraphiques ou téléphoniques.

Si l'on envoie, en effet, sur une telle ligne un signal très court (durée de l'ordre d'une microseconde, ou millionième de seconde) toute discontinuité constituera un obstacle à la propagation normale du signal qui se réfléchira sur elle, partiellement ou totalement. La durée de l'aller et retour d'impulsions répétées à fréquence convenable peut être mesurée, suivant la technique radar habituelle, sur l'écran d'un oscillographe cathodique.

On sait que cet appareil comporte essentiellement un tube à rayons cathodiques dans lequel un fin pinceau d'électrons tombe sur un écran recouvert d'une substance fluorescente, le point d'impact

apparaissant ainsi sous la forme d'une tache lumineuse que l'on peut observer ou photographier. Les électrons passent entre deux plaques horizontales auxquelles on applique une tension en « dents de scie », ce qui provoque le déplacement du pinceau de gauche à droite, faisant apparaître sur l'écran une droite lumineuse horizontale, balayée au rythme de la tension en dents de scie. Ce balayage est synchronisé avec le renouvellement du signal envoyé sur la ligne.

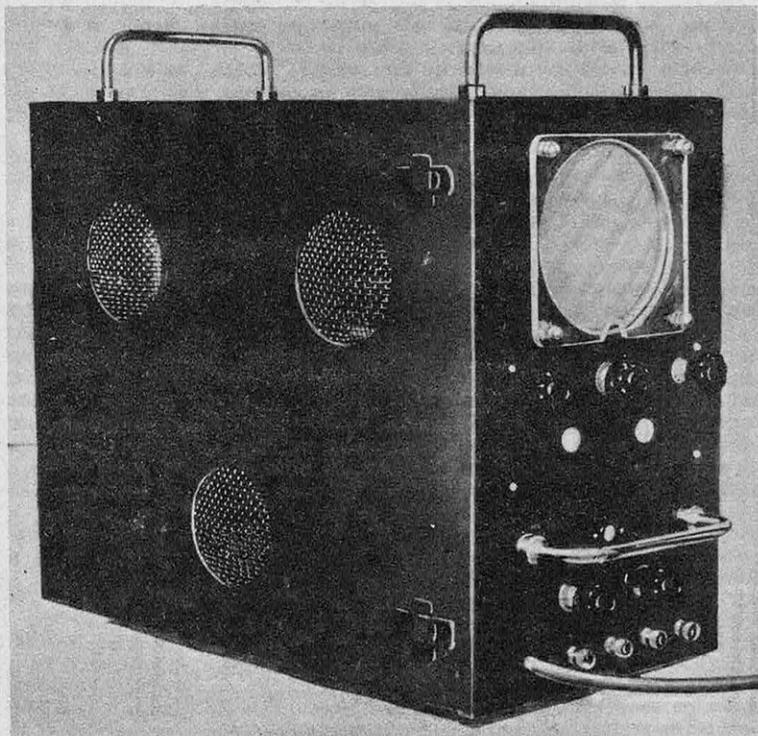


FIG. 1. — ENSEMBLE DE L'APPAREIL DÉCELANT A DISTANCE LES DÉFECTUOSITÉS DES LIGNES ÉLECTRIQUES

(1) Voir: « Le radar » (Science et Vie, n° 338, novembre 1945).

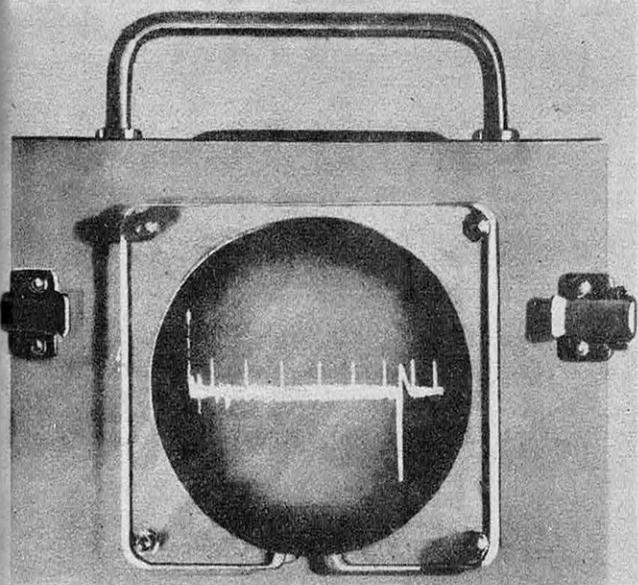


FIG. 2. — L'ÉCRAN DU RADAR DE CONTROLE

L'impulsion de départ est marquée par la ligne verticale se trouvant à l'extrémité de gauche; les courtes lignes verticales indiquent les distances de 10 milles, ou 16 km; l'extrémité de la ligne, distante ici d'environ 65 milles (105 km) de l'origine, donne un écho très visible vers la droite de l'écran.

La tension provenant de ce signal et de ses échos est appliquée à une deuxième paire de plaques, normale à la première, et provoque une déflexion verticale du faisceau d'électrons. Ainsi toute discontinuité de la ligne donnant naissance à un écho plus ou moins intense se traduira par des « accidents » de la ligne droite normalement décrite par la tache lumineuse.

Tel est le principe qui a récemment été mis en application par les Chemins de fer de la Nouvelle-Galles du Sud, en Australie, pour la vérification des lignes de transport de force et des lignes téléphoniques. L'appareil, portable (fig. 1), consiste essentiellement en un oscillographe cathodique équipé des circuits habituels et fonctionnant sur un générateur de 120 W.

Un circuit supplémentaire, connecté aux

plaques de déflexion verticale, introduit à intervalles réguliers pendant le balayage horizontal des impulsions qui inscrivent sur l'écran des repères verticaux régulièrement espacés correspondant à des distances multiples de 10 milles (16 km). L'ensemble de ces repères constitue une graduation (fig. 2) sur laquelle les distances pourront être lues directement et qui présente deux avantages sur tout procédé de repérage fixe (graduation gravée sur verre, par exemple) :

1° Toute irrégularité dans le balayage modifie à la fois les signaux reçus de la ligne et ceux de l'échelle de distance, sans modifier les positions relatives de ces deux sortes de signaux ;

2° Il est possible, au moyen de deux boutons, de régler le balayage horizontal de manière à modifier l'échelle de représentation des distances et à en déplacer l'origine, qui peut se trouver en dehors des limites de l'écran. Ainsi, pour augmenter la précision de la lecture, on pourra faire en sorte qu'un seul intervalle de 10 milles couvre toute la largeur de l'écran.

Au moment de la mise en service de l'appareil, un réglage préalable doit être fait pour que la graduation corresponde effectivement à des intervalles de 10 milles. Ce réglage est très facile, connaissant la longueur totale de la ligne : il suffit d'amener le signal réfléchi par l'extrémité de la ligne sur l'emplacement correspondant à sa distance lue sur l'échelle.

Une défectuosité de la ligne se traduit sur l'écran par un signe vertical plus ou moins grand suivant l'importance de la défectuosité (fig. 3) et peut être localisée à 100 mètres près sur une ligne atteignant 300 kilomètres de longueur. Il peut même arriver parfois que l'examen d'une ligne sans défaut révèle une discontinuité sur une ligne voisine, par changement des caractéristiques de la ligne étudiée (effet de capacité).

Cette méthode de vérification de ligne s'est révélée particulièrement intéressante en Australie où les lignes traversent des contrées montagneuses difficiles à contrôler, même par beau temps.

J. CASTELLAN

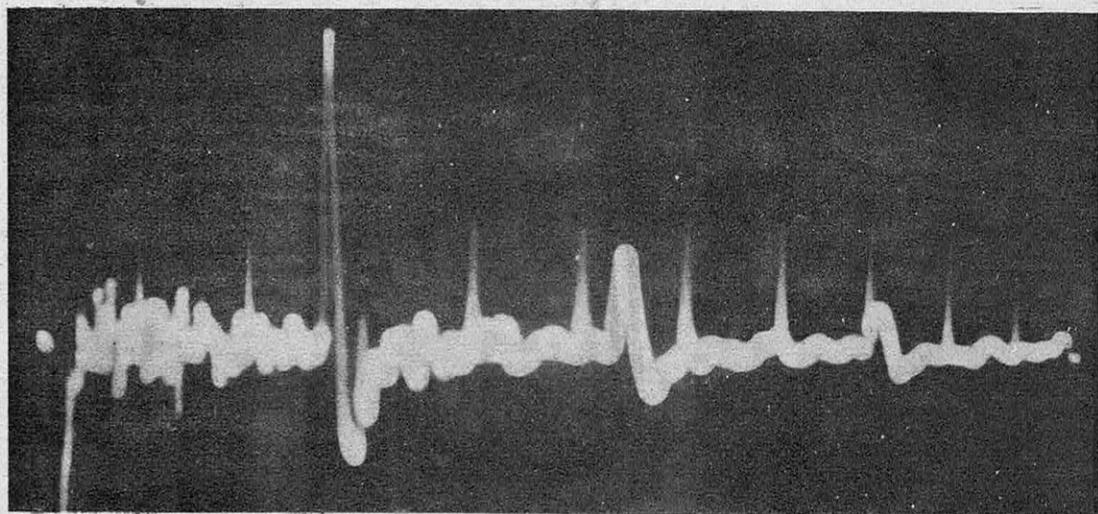


FIG. 3. — OSCILLOGRAMME FOURNI PAR UNE LIGNE INTERROMPUE A LA DISTANCE DE 27 MILLES (43 KM)

Les accidents lus aux distances de 54 milles et 81 milles ne correspondent pas à d'autres défectuosités de la ligne, mais résultent de réflexions multiples sur l'interruption et sur l'origine de la ligne.

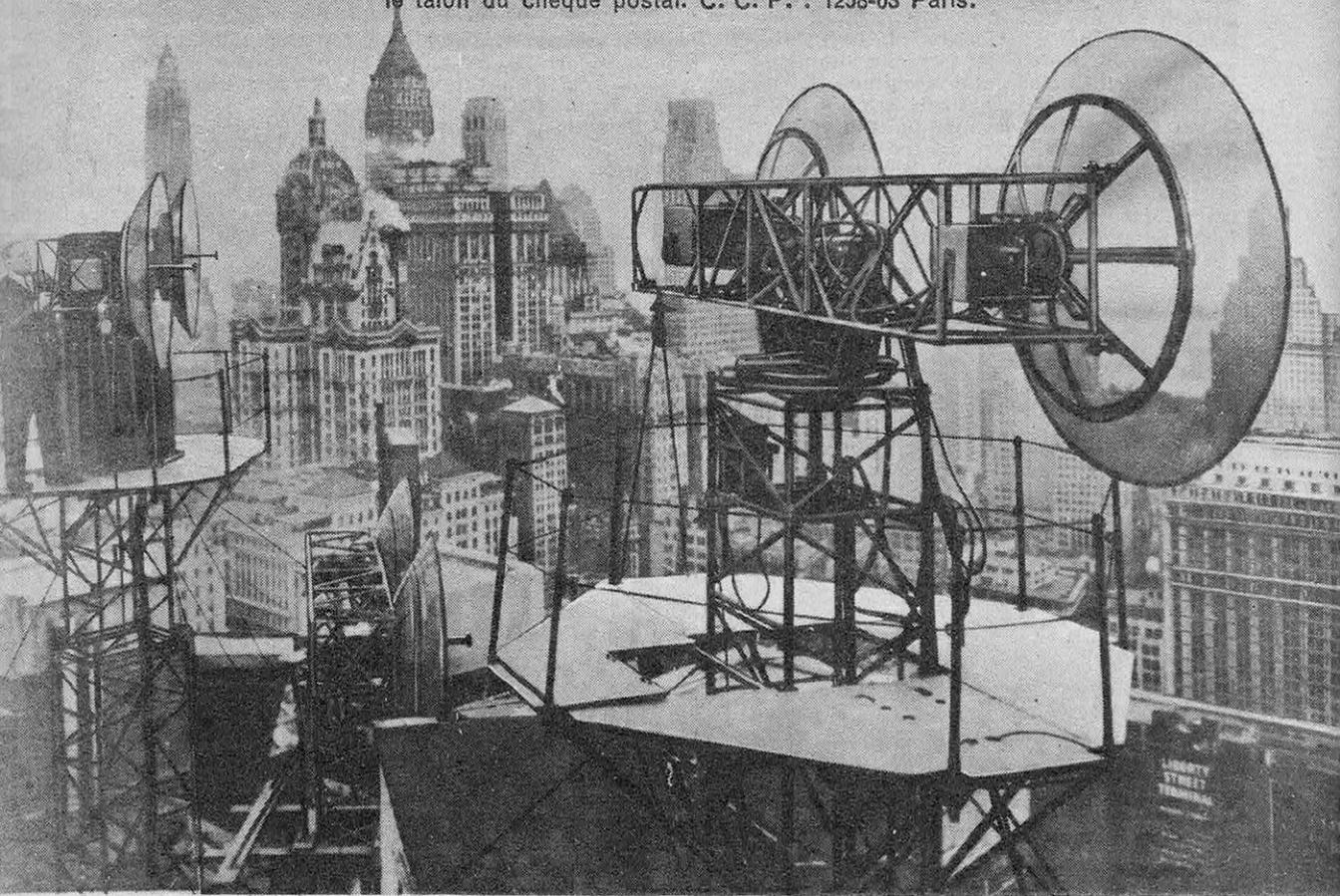
SCIENCE ET VIE publiera prochainement
un important **NUMÉRO HORS SÉRIE**

Radio, Radar, Télévision...

- La radio dans la vie moderne
- Propagation des ondes
- Télévision
- Radiotubes
- Télécommunications
- Postes mobiles
- Radiodiffusion
- Radar
- Chauffage électronique
- Thérapeutique par ondes courtes

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.



A CÔTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

par V. RUBOR

VÉHICULE TERRESTRE SUPERSONIQUE

A la base aérienne militaire de Muroc Field, en Californie, fonctionne un engin terrestre à réaction qui, circulant sur des rails rectilignes, peut dépasser la vitesse du son.

Il s'agit d'un véhicule sans roues, qui repose sur les rails par l'intermédiaire de patins de guidage. Long de 4,5 m, il pèse à vide 680 kg et est propulsé par cinq fusées qui, pendant 1,8 s, lui communiquent une poussée de 4 500 kg chacune (fig. 1).

Aux premiers essais à vide, qui ont commencé le 20 septembre 1946, la vitesse maximum de 1 639 km/h, soit 455 m/s,

aurait été atteinte. Parvenu au bout des rails, qui ont actuellement 600 m de longueur, l'engin poursuit sa course sur le sable du désert; la longueur de la voie sera probablement portée à 3 000 m, et un second jeu de fusées servira au freinage.

Conçu par les ingénieurs des usines Northrop, cet engin est destiné à l'étude du comportement des profils d'ailes et maquettes pour avions supersoniques. On sait que, par suite des difficultés rencontrées pour faire ces études dans des souffleries supersoniques, dont la section de la chambre d'essais est forcément très réduite, on a déjà procédé à des mesures en faisant transporter les profils d'ailes par des fusées lancées à différentes altitudes et transmettant par

radio les résultats relatifs au comportement de ces profils (fusées R. A. F. T. : Rocket Air Foil Tester) (1).

L'ESSAI DES JAMBES ARTIFICIELLES

L'UNIVERSITÉ du Nord-Ouest, aux États-Unis procède à des recherches sur la fabrication des membres artificiels pour les mutilés (2);

(1) Voir : « Souffleries supersoniques » (*Science et Vie*, n° 358, juillet 1947, page 36) et « Aviation 1946 », numéro spécial de *Science et Vie*, page 18.

(2) On compte dans cette région 20 000 anciens combattants et 65 000 travailleurs des usines de guerre amputés d'un membre.

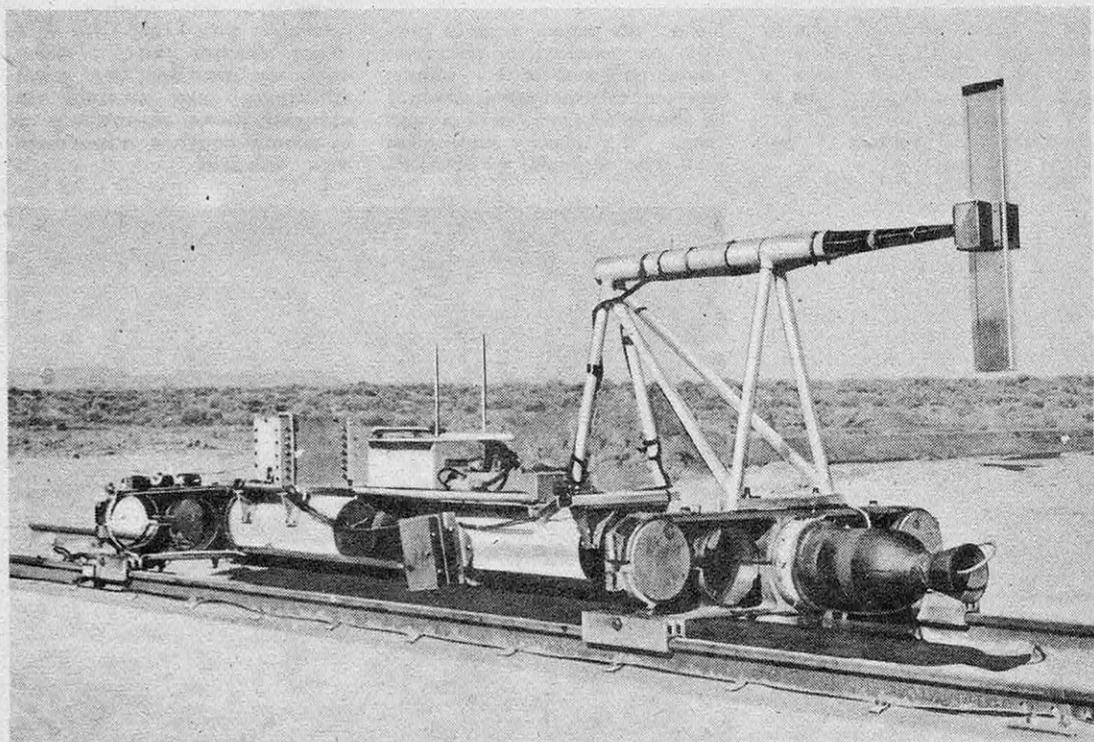


FIG. 1. — L'ENGIN TERRESTRE SUPERSONIQUE DU MUROC FIELD

On remarque sur cette photographie la forme des patins qui guident l'engin sur ses rails. A l'avant se trouve le bâti supportant le profil d'aile à essayer (United Press Photos).

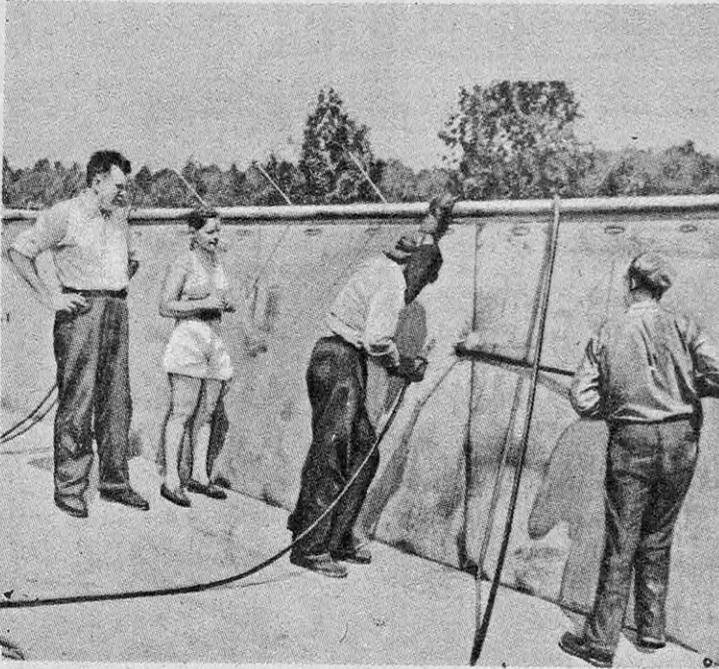


FIG. 2. — LE TRAVAIL D'ASSEMBLAGE PAR SOUDURE DES PLAQUES D'ACIER CONSTITUANT LES PAROIS DE LA PISCINE

On remarque le tube qui borde la partie supérieure de la paroi
(Photo A. Stahr)

elle a collationné les études faites sur ce sujet depuis près d'un siècle, étudié les modèles de prothèse construits, dans le but de mettre au point des appareils aussi solides et durables que possible.

Elle a notamment fait construire, pour l'essai des jambes mécaniques, une machine pouvant appliquer à celles-ci une charge de 150 kg, très supérieure par conséquent au poids d'un homme normal, et dont le point d'application se déplace du talon vers la pointe du pied, et cela quatre fois par seconde pendant plusieurs jours consécutifs. En dix jours, le modèle éprouvé a donc subi un traitement équivalent à trois années d'usage normal, en comptant pour celui-ci une moyenne d'un million de pas par an. Des jauges électriques permettent de mesurer les efforts et les déformations subies par les différentes parties de la jambe, et qui peuvent être très inégalement répartis. (Le principal problème consiste justement à obtenir une répartition des efforts aussi uniforme que possible.)

Cette machine a pu mettre en évidence les points faibles des jambes artificielles, articu-

lations du genou et de la cheville en particulier, généralement construites en alliage léger, le reste de l'appareil étant en matière plastique. Les matières plastiques employées dans ces appareils se révèlent

d'une grande solidité, puisqu'une jambe construite entièrement en plastique a pu supporter 5 300 000 « pas » sans accident.

PISCINES EN ACIER

La facilité de sa mise en œuvre et sa résistance ont conféré au béton une des premières places parmi les matériaux de construction, qu'il s'agisse d'immeubles ou d'ouvrages d'art. En particulier, le fond et les parois d'une piscine de natation sont d'ordinaire constitués en béton, recouvert de carreaux de céramique dans un but à la fois d'ornementation et d'hygiène.

On conçoit que, même en utilisant des panneaux de béton préfabriqués, ce mode de construction soit assez long et onéreux. Aussi a-t-on cherché et trouvé une autre solution fondée sur l'emploi de plaques d'acier. Point n'est besoin d'ailleurs de faire appel à un acier inoxydable de prix élevé ; la qualité des tôles servant à la confection de réservoirs suffit. La protection contre la corrosion peut en effet être aisément obtenue par l'application de peintures au goudron, par exemple. Aux États-Unis où de telles piscines existent depuis plus de dix ans, les parois intérieures sont traitées chimiquement et recouvertes de plusieurs couches d'une peinture spéciale.

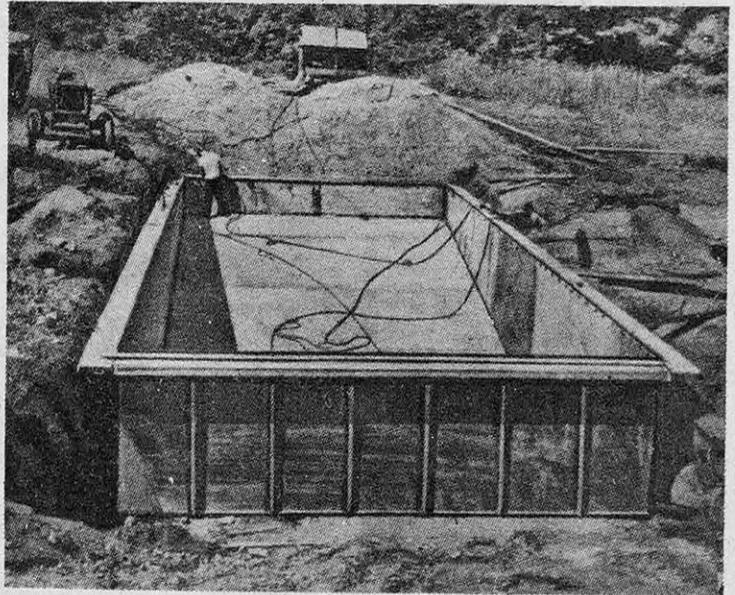


FIG. 3. — LA CUVE DE LA PISCINE TERMINÉE AVEC SON FOND INCLINÉ

On emploie généralement des tôles d'acier de 6 mm d'épaisseur, assemblées par soudure. Des raidisseurs fixés aux parois évitent la déformation de ces dernières sous la pression de l'eau. Enfin, un enjolivement est apporté au bord supérieur, sous la forme d'un tube de 5 cm de diamètre. Quant au fond, il repose sur une couche de sable renforcée de béton aux points les plus chargés.

Le vide existant entre la cuve d'acier ainsi construite et le sol peut être comblé de pierres sèches qui assurent le drainage autour de la piscine.

Ce genre de construction serait plus économique que l'emploi du béton armé; son prix serait du même ordre de grandeur que celui des bassins en panneaux de béton préfabriqués. Une piscine de 40,5 m² (4,5 m x 9 m) coûterait environ 2 000 dollars.

Plusieurs piscines de ce genre ont été établies, du type familial au modèle de 30 m de long sur 12 m de large. (1)

POUR LE CONTROLE DU VIDE

La recherche des fuites dans l'appareillage scientifique fonctionnant sous un vide élevé est une tâche ardue. Il n'est pas rare que, pendant des journées, voire des semaines entières, l'activité du personnel d'un laboratoire soit absorbée par cette recherche fastidieuse et délicate avant qu'il puisse entreprendre les expériences ou effectuer les mesures prévues. Plusieurs systèmes de types divers (2), plus ou moins ingénieux, ont été imaginés pour hâter ces opérations préliminaires indispensables.

Un nouvel appareil vient d'apparaître aux États-Unis dont le principe repose sur la propriété que possède une plaque d'un métal rare, le palladium, de se laisser traverser, lorsqu'on le chauffe, par l'hydrogène, à l'exclusion de tout autre gaz ou vapeur. Un tube muni d'électrodes et fermé par une plaque de palladium a été réalisé par la Radio Corpo-



FIG. 4. — LE DÉTECTEUR DE FUITES DANS SA RÉALISATION INDUSTRIELLE

ration of America; on le met en liaison avec l'enceinte où est fait le vide, et on dirige sur les endroits suspects de cette dernière un fin jet d'hydrogène. La moindre fuite aspire de l'hydrogène qui se répand aussitôt dans l'enceinte, puis, traversant le palladium, dans le tube de contrôle. Le nombre de molécules présentes dans ce tube s'accroît donc brusquement tandis que décroît la résistance qu'il offre au passage du courant entre les électrodes dont il est muni. Un microampèremètre branché sur le circuit de ces électrodes signalera donc la fuite. Le tube est d'une sensibilité extraordinaire puisqu'il permet de mettre en évidence une augmentation de pression d'hydrogène de moins de un dix-millionième de millimètre de mercure.

Cet appareil est susceptible de nombreuses applications industrielles à la recherche des fuites dans tous les équipements dont l'étanchéité doit être parfaite. Il suffit d'y faire le vide, de les rallier au tube détecteur et d'explorer les joints avec le jet d'hydrogène.

L'EAU DE PLUIE CONTIENT DU POTASSIUM ET DU MAGNÉSIUM

On sait que la présence de potassium et de magnésium, même à des teneurs infimes, est absolument indispensable à la croissance des végétaux. Ce fait a été récemment utilisé par M. Gabriel Bertrand pour déceler, dans l'eau de pluie, des quantités de ces métaux trop minimes pour pouvoir être dosées.

Des essais comparatifs de culture d'algues microscopiques dans de l'eau distillée pure, de l'eau distillée additionnée de cendres de levure et de l'eau de pluie échouèrent avec la première, mais réussirent avec la troisième comme avec la seconde. Ils furent poursuivis pendant plusieurs années, au cours desquelles les liquides furent remplacés, à mesure de leur évaporation, par des liquides de même nature, de façon à obtenir une concentration progressive des

(1) Voir "l'ossature métallique" novembre 1947.

(2) Voir: "Où en est la technique du vide" (*Science et Vie*, n° 350, novembre 1946).

sels minéraux. Les algues prolifèrent constamment dans l'eau de pluie et dans l'eau additionné de cendres de levure, mais ne se développent pas dans l'eau distillée pure : l'eau de pluie contient donc, comme la cendre de levure, les sels absents de l'eau distillée.

Au bout de cinq ans, on filtra les cultures pour en isoler les algues, dans lesquelles devaient s'être accumulés les sels minéraux apportés par les liquides. L'analyse chimique des cendres des algues cultivées en eau de pluie confirma alors la présence de magnésium et de potassium.

On possède ainsi la preuve que l'eau de pluie contient ces deux métaux à une concentration très faible, mais suffisante pour assurer le développement d'algues microscopiques et pour concourir à celui de tous les végétaux.

TRADUCTEUR DE SONS POUR LES SOURDS

On a souvent tenté de donner aux sourds une représentation visuelle des paroles émises par leurs interlocuteurs (1) pour leur permettre de suivre une conversation de façon plus commode qu'en lisant sur les lèvres.

On utilise, au Collège normal d'État du Michigan (U. S. A.), un appareil traduisant les sons par des dessins que les enfants sourds apprennent à lire comme ils liraient un texte imprimé, et

(1) Voir : « Obstacles audibles et paroles visibles » (*Science et Vie*, n° 348, septembre 1946).

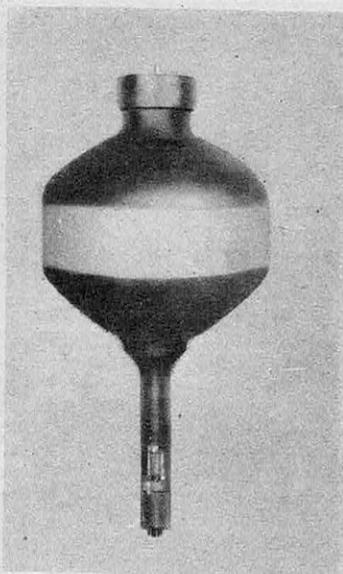


FIG. 5. — LE TUBE A RAYONS CATHODIQUES DESTINÉ A LA TRA-DUCTION VISUELLE DE LA PAROLE

Ce tube tourne lentement autour de son axe; l'oscillogramme des sons recueillis par le microphone s'inscrit sur l'écran cylindrique recouvert d'un produit phosphorescent.

grâce auxquels ils peuvent même apprendre à parler.

L'organe essentiel de l'appareil est un tube à rayons cathodiques de forme spéciale, qui tourne lentement autour d'un axe vertical. Par l'effet d'un champ magnétique puissant perpendiculaire à l'axe du tube, constant en intensité et en direction, un pinceau d'électrons, émis suivant l'axe par un « canon à électrons » situé à la partie inférieure, est recourbé pour venir frapper la paroi laté-

rale du tube recouverte d'un produit phosphorescent qui conserve pendant quelques secondes l'impression lumineuse produite par le choc des électrons (fig. 5). Une double modulation est appliquée à ce pinceau d'électrons, en intensité d'abord, suivant l'intensité des sons recueillis par le microphone, et en direction suivant leur fréquence; cette deuxième modulation est obtenue grâce à un enroulement extérieur au tube qui, par son champ magnétique (parallèle au champ fixe), agit sur le pinceau dès sa sortie du canon à électrons. Par l'effet de cette déflexion, la hauteur du point d'impact des électrons sur la bande sensible varie en fonction de la fréquence des sons recueillis par le microphone. Comme le tube tourne lentement et que l'impression persiste quelques secondes, c'est un véritable oscillogramme de la parole ou des sons émis qui se déroule de droite à gauche devant les yeux de l'« auditeur », à qui il reste à apprendre cet « alphabet phonétique » pour pouvoir suivre commodément une conférence ou une conservation.

Il peut être utile d'introduire au préalable dans les circuits d'amplification des distorsions correspondant à celles qui sont produites dans l'appareil auditif normal de l'homme, qui n'est pas également sensible à toutes les fréquences.

Le tube à rayons cathodiques est protégé de la lumière ambiante par un abat-jour qui ne laisse voir que la partie utile de l'écran cylindrique; il reçoit les connexions électriques par l'intermédiaire de bagues métalliques de contact.

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.	à 40 » —
Numéro hors série : « Aviation 1946 ».	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, 200 frs; clés de montage (utilisables indéfiniment), la paire 15 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.

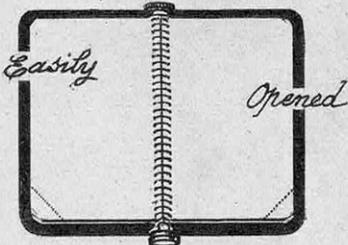
« COPONO-BOOK »

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

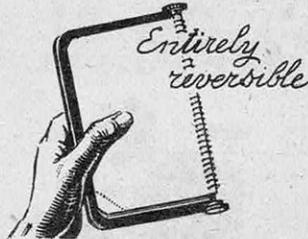
C'est la combinaison d'un portefeuille et d'un carnet de poche interchangeable, complété d'un porte-carte d'identité et d'un répertoire-adresses-téléphone.

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

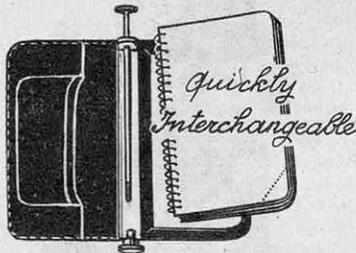
Sans effort...



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



Il 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 peauserie, 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.

LES AVANTAGES D'INTERVOX « LE TÉLÉPHONE IDÉAL EN HAUT-PARLEUR »



Nombre de perfectionnements ont été récemment apportés aux liaisons téléphoniques, principalement pour les services intérieurs, c'est-à-dire communication entre bureaux et ateliers. Le récepteur a été supprimé et remplacé par un micro haut-parleur permettant la liaison à haute voix.

Il est donc désormais inutile de porter le combiné à l'oreille. Il est même possible de parler à distance du poste.

De nombreux utilisateurs (bureaux, ateliers, chantiers, chefs d'entreprises, administrations, cliniques, docteurs) apprécient dès maintenant les multiples avantages d'INTERVOX :

- Installation simple et économique.
- Intercommunication totale (brevet INTERVOX).
- Liaison directe et séparée de chaque service.
- Usure réduite, les lampes ne débitant que pendant les conversations (brevet INTERVOX).
- Écoute libre (surveillance).
- Silence total en « attente », exempt de ronflement en « service ».
- « Circuit d'écoute », « secret », « appel général », « signalisation pas libre », écouteur téléphonique pour écoute confidentielle.
- Modèles de 4 à 20 directions.

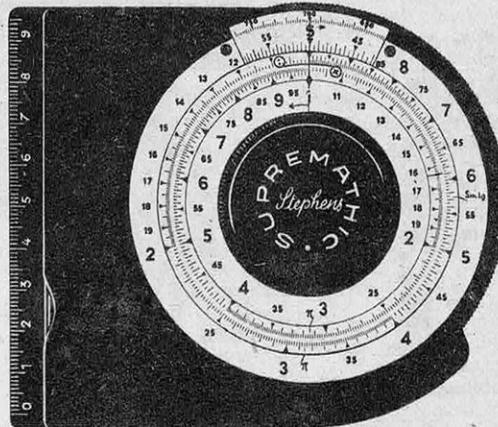
SOCIÉTÉ INTERVOX

135, avenue du Général-Michel-Bizot, Paris (12^e).

Tél. : Diderot 03-92.

Documentation sur demande. Notice 27.

UNE RÈGLE A CALCUL CIRCULAIRE « SUPRÉMATHIC »



SUPRÉMATHIC n'a absolument rien de commun avec les disques à calcul connus à ce jour. Elle présente en effet des avantages tels sur ceux-ci qu'elle est la seule à prétendre remplacer la règle à calcul rectiligne de 27 cm. D'une conception toute nouvelle, elle offre des avantages appréciables :

- semi-automatique et rapidité de calcul ;
- lecture des résultats toujours à emplacements fixes ;
- manipulation très simple, à la portée de tous.

Description. — SUPRÉMATHIC se compose de trois éléments principaux :
1^o Un bâti portant, à sa face avant, deux échelles logarithmiques inversées et un voyant gravé d'un repère fixe appelé BUT.

2^o Une roue gravée sur les deux faces : échelle des logarithmes et échelle des nombres sur la face avant, échelle des sinus, des tangentes, des sinus tangentes petits angles, des carrés et cubes sur la face arrière.

3^o Un curseur en plexiglas incolore portant le repère de calcul. Le curseur, tournant dans le sens des aiguilles d'une montre, s'immobilise lorsque le repère de calcul arrive à la position BUT. Dans la rotation inverse, la butée s'efface.

Caractéristique principale de fonctionnement. — La roue entraîne le curseur ; inversement, le curseur, commandé par son bouton, n'entraîne pas la roue.

SUPRÉMATHIC est construite en métal et plexiglass insensible aux variations hygrométriques. Son encombrement réduit permet de la mettre dans sa poche. Petit bijou de la mécanique de précision, SUPRÉMATHIC, présentée en écrin, est vendue chez tous les spécialistes d'articles de dessin.

Prix : 2 500 francs.

Notice détaillée franco contre 6 fr en timbres. Établissements JORA, 38, rue de Lorraine, Levallois-Perret (Seine). C. P. Paris 1245-81.

C'est une fabrication Stephens.

VUES MODERNES SUR LA PHOTO D'AMATEUR

TRIOMPHE DU PETIT FORMAT

En 1926, nous avons essayé pour la première fois un Leica; les résultats obtenus ont été tels, que nous sommes devenus immédiatement les fervents propagandistes du format 24×36 sur film ciné. Nous avons eu raison, car, après un départ difficile, le petit format connaît auprès des amateurs une faveur très justifiée et toujours grandissante, malgré la pénurie depuis la guerre des appareils de grande classe. Aussi avons-nous aujourd'hui des raisons de nous réjouir, car la sortie des FOCA apporte à l'amateur français un instrument d'une qualité exceptionnelle. Tout amateur sérieux doit connaître cet appareil qui offre de hautes possibilités. Obturateur à rideau donnant jusqu'à $1/1000$ de seconde, monté avec une parfaite précision mécanique; objectif 4 lentilles d'une définition impeccable et traité selon les méthodes les plus modernes, à monture amovible permettant son utilisation sur l'agrandisseur et le reproducteur. Le corps de l'appareil peut alors être employé comme tireuse pour l'exécution de films positifs de projection. Utilisation du film 35 mm dont les excellentes émulsions ont bénéficié de toutes les recherches réalisées pour l'industrie cinéma-photographique. Ce film est livré en cartouches Standard 36 vues, en cartouches KARAT 12 vues, en coupe de 5 et 10 mètres, donc grande souplesse d'emploi. Très compact dans son sac « toujours prêt », il fait paraître désuets les appareils d'autre format, peu maniables.

FOCA II bis, toutes taxes comprises; 38910 fr. Sac « toujours prêt »: 1375 fr.

Les fabricants d'accessoires de précision ont bien compris ce que représentait le FOCA et s'attachent à créer des accessoires parfaitement conçus.

Le système Prismor, par exemple, vous permettra la photo automatique des petits objets, la reproduction des documents. Il est composé de 2 lentilles additionnelles et des correcteurs de télémètre correspondants.

Le télémètre reste couplé avec l'objectif entre $0^m,30$ et 1 m. Parrallaxe corrigée, trousse complète: 4500 fr. Les filtres colorés sont d'une haute qualité (jaune, bleu ou vert: 490 fr.; orangé: 505 fr.).

Le filtre DYMA a des effets très spéciaux, il accentue la brillance des couleurs pures; associé à l'orangé, il équivaut au filtre rouge incomparable pour la photo en couleur que nous reverrons bientôt (612 fr.).

Avec le filtre de flou, vous ferez des portraits et contre-jours frisant très artistiques (612 fr.).

Mais vous devez acheter votre FOCA chez GRENIER, qui saura vous communiquer l'esprit Petit Format. Vous recevrez le bulletin d'informa-

tion que nous éditons pour rester en liaison avec notre clientèle. Courant d'avril, nous sortirons un catalogue qui contiendra la description du matériel disponible, et de nombreux conseils pratiques et techniques.

Inscription pour le catalogue et les 5 « PETIT FORMAT » 1948: 300 fr. remboursables.

L'EXPOSITION DES INDUSTRIES PHOTOGRAPHIQUES se tiendra du 12 au 21 mars à la porte de Versailles, et nous conseillons à tous les amateurs de consacrer quelques heures à sa visite. Pendant toute l'exposition notre magasin sera ouvert tous les jours, y compris le samedi, et nous présenterons dans nos nouveaux salons d'exposition toutes les nouveautés marquantes. Est-il besoin d'ajouter que l'équipe GRENIER est au service des lecteurs de *Science et Vie* pour tous renseignements et conseils pratiques?

QUELQUES NOUVEAUTÉS

Nous insistons à nouveau sur le lecteur de Microfilm THOMSON (19500 fr.), c'est le meilleur. Il se complète par un système de classement d'un très grand intérêt.

Disponible:

APPAREILS: format 24×36 sur film ciné normal 35 mm.

SEM KIM..... 10 250 fr.
Sac « toujours prêt »..... 1 020 —
Ontobloc II..... 13 800 —
Sac « toujours prêt »..... 1 450 —

APPAREILS: format $4 \times 6,5$.
Superfex avec sac..... 1 310 fr.

APPAREILS: format 6×9 .
Ultrafex, avec sac..... 2 050 fr.
Photax, avec sac..... 1 650 —
Kinax I obj. Kinn
4,5 obt. $1/10-1/150$... 6 670 —
Kinax II spécial..... 11 060 —
Sac « toujours prêt » cuir.. 1 500 —

AGRANDISSEURS
Sommor modèle I (pour Eljy)..... 4 344 fr.

Sommor modèle II standard 24×36 à 3×4 sans optique..... 4 720 —

Lynxa film (24×36 à 3×4) sans optique.. 9 100 —

Lynxa 6×6 sans optique. 10 000 —

OBJECTIFS 3 lentilles.
Kynor Roussel $3,5/50$ mm. 2 450 fr.

Cuve de développement automatique.
Superinox..... 980 fr.

Souplinox..... 995 —
Eljnox..... 510 —

Glaceuse électrique modèle amateur simple face 22×27 avec rouleau.. 2 600 —

LES SPÉCIALITÉS SOMMOR
Bobineuse..... 765 fr.

Magasin vide pour 10 m.. 168 —
Passe-vues 24×36 sans glace..... 704 —

Optonet..... 1 906 —

Fixosac..... 115 fr.
Pince standard..... 398 —

Prismor pour Leica, boîte double..... 4 500 —
Prismor pour Foca..... 4 500 —
Prismor pour Contax... 5 570 —

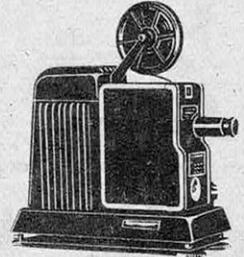
Conditions générales. — Nos prix ne peuvent être garantis actuellement.

Renseignements et notices seulement contre 9 fr. en timbres ou coupons-réponse coloniaux et internationaux. Expédition contre remboursement. Colonies et secteurs postaux, paiement par virements postaux préalables. Port et emballage facturés au plus juste. Franco pour commande supérieure à 10 000 fr. pour la métropole.

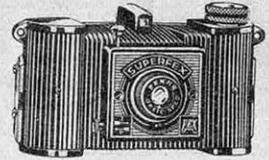
GRENIER, 27, rue du Cherche-Midi (Sèvres-Babylone). Magasins ouverts tous les jours sauf samedi (9 h.-12 h. 30; 14 h.-18 h. 30). C. C. P. 1526. 49 Paris. Tél.: Littré 56-45.

UNE RÉVOLUTION : LA KAFTA CAMERA 8 $\frac{1}{2}$

L'industrie française a résolu après six années d'études le problème ardu de réunir en un seul appareil la camera et son projecteur.



La société KAFTA présente deux appareils de photo.



Le SUPERFEX format $4 \times 6,5$ à boîtier entièrement en matière moulée avec obturateur à fonctionnement sûr pour pose et instantané (environ $1/30$ de seconde).

— Ménisque à foyer fixe supprimant toute mise au point. Profondeur de champ de $1^m,50$ à l'infini;

— Déclencheur sur le boîtier;

— Viseur spécial système Gallilée ultra-net et lumineux.

Grâce à SUPERFEX, vous obtiendrez des photos permettant des agrandissements étonnants.

L'ULTRA-FEX, de même présentation et mêmes caractéristiques, format 6×9 avec tube coulissant.

En vente chez tous les spécialistes. Documentation Éts KAFTA, service S. V., 74, rue de la Fédération. Paris-15.

L'ECLATRON : La lampe éclair électronique française

Dans le domaine de la photographie, la lampe à incandescence appartient à une technique périmée, depuis l'apparition de la lampe électronique qui va permettre aux professionnels comme aux amateurs de réaliser aisément des clichés remarquables dont nous vous présentons quelques exemples.

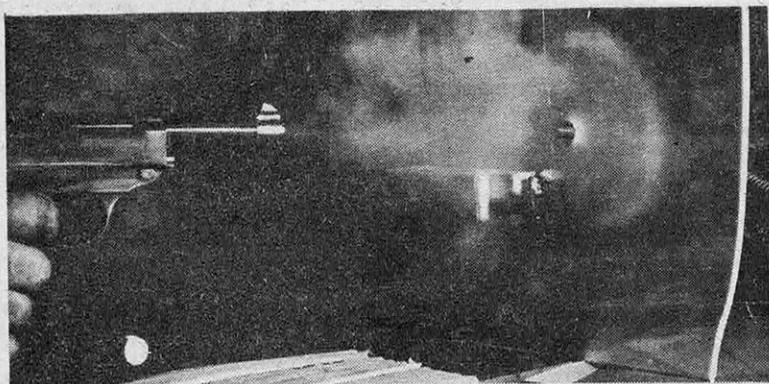


Photo REBIKOFF 1/50 000 de seconde prise avec un appareil ECLATRON-REPORTAGE (remarquer la balle entrant dans la vitre, qui se courbe avant la rupture).

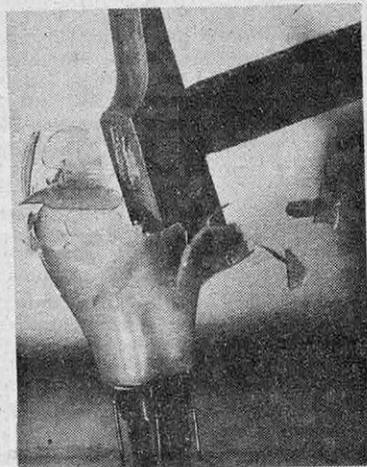


Photo G. LEFEVRE 1/50 000^e de seconde prise avec un appareil ECLATRON-REPORTAGE. F : 22-1 m.

Principe de l'éclatron.

Basé sur la décharge extrêmement violente d'un condensateur électrique dans un tube de verre rempli d'un mélange approprié de gaz rares. L'éclair dure de 1/50 000 à 1/10 000 de seconde et la lampe fournit un minimum de 25 000 éclairs sans usure apparente.

Résultats.

Plus de photos bougées. Netteté accrue. Pas de chaleur. Pas de lumière constante et intense. Pas d'éblouissements. Synchronisme infallible. Possibilité de travail pendant les pannes et coupures de secteur. Possibilités illimitées pour la photo en couleur.

Professionnels, ingénieurs, reporters, amateurs, la gamme des appareils « ECLATRON » vous offre des horizons nouveaux. La puissance de l'éclair ECLATRON est idéale pour tous les studios : pour la photo industrielle, pour saisir l'expression des sujets en plein mouvement (les enfants surtout) pour la photo scientifique (microphotographie, animaux, rétine de l'œil, études du mouvement, études aéro- ou hydrodynamiques), pour la photométrie (variations de plus ou moins 1 p. 100 au maximum), pour la photo en couleurs, la photo publicitaire, etc.

Fournisseur des ministères de la Guerre, de l'Air, de la Marine, la S. N. C. F.

Pour tous renseignements techniques et commerciaux, s'adresser à la SOCIÉTÉ ECLATRON, 44 bis, rue Pasquier, Paris (8^e) (Métro Saint-Lazare).

AU SALON DE LA PHOTOGRAPHIE

La Société ECLATRON présentera :

1^o Son modèle ECLATRON-REPORTAGE (voir description dans les numéros de *Science et Vie* de janvier et de février).

2^o Son modèle ECLATRON STUDIO (voir description dans numéro de *Science et Vie* de février).

3^o Son modèle ECLATRON PETIT STUDIO, nouveauté, appareil léger pour reportages industriels.

4^o Son modèle ECLATRON AMATEUR, nouveauté, appareil léger (poids environ 5 kilos, alimenté par le secteur, permettant à l'amateur de réaliser, dans des conditions extraordinaires de commodité des photos inédites, exploits photographiques qui, jusqu'ici étaient du domaine de l'impossibilité.

Tous les lecteurs de *Science et Vie* sont cordialement invités : SALON DE LA PHOTO, Emplacement G 12, STAND N^o 75.

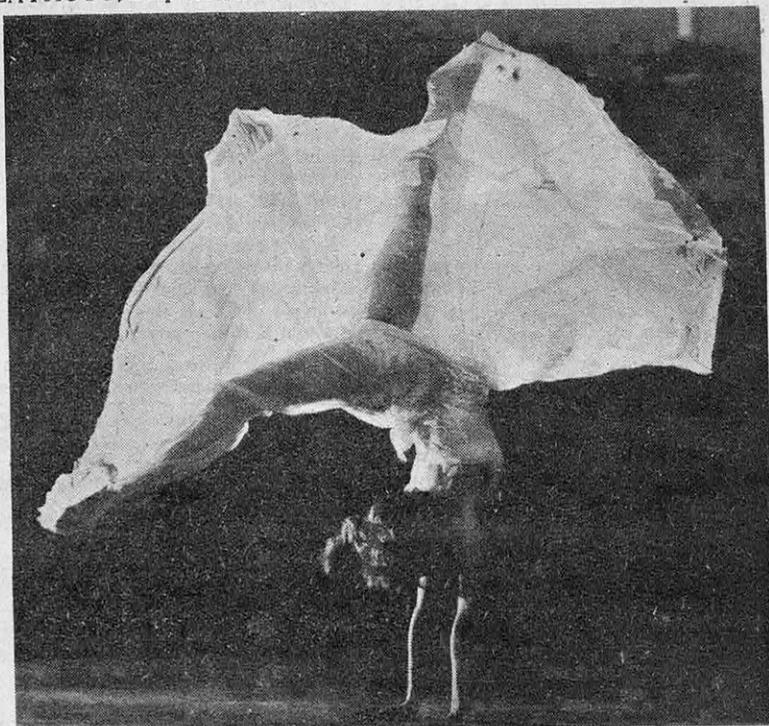


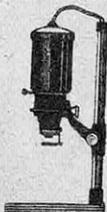
Photo G. LEFEVRE 1/10 000 de seconde.

Cette photo a été faite par un ECLATRON-REPORTAGE (de face) déclenchant un ECLATRON « STUDIO » (en contre-jour) par l'intermédiaire d'une cellule photoélectrique.

**DEVENEZ
AMATEUR ACCOMPLI**

en agrandissant vous-même vos photos selon votre goût, avec un appareil de précision, simple, pratique, amorti en quelques bobines.

Rendement lumineux inégalé. Projecte horizontalement. Modèles 24 x 36, 3 x 4, 4,5 x 6, 6 x 6 livrés complets avec passe-veus sans glaces lampe objectif de marque, ou sans objectif pour Foca, Leica, Contax Exacta. Lumière demi-diffuse ou, demi-dirigée. Documentation gratuite.



Agrandisseurs LYNXA, 90, rue Amelot, Paris (11^e). Visitez notre Stand N° 29 au Salon de la Photo.

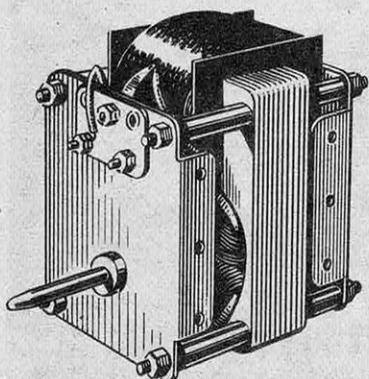
CECI INTÉRESSE

tous les garçons de huit à vingt ans. Envoyez vos nom et adresse, pour recevoir gratuitement documentation sur le nouveau jouet scientifique qui a obtenu le plus gros succès dans le monde entier.

JOUETS « LE CYCLOPE »,
104, cours Lieutaud, Marseille.

MINI-MOTEUR UNIVERSEL

Ce petit moteur peut être utilisé pour faire fonctionner des jouets scientifiques tels que : chemins de fer, bateaux, usines, mécanos, etc. Étant donnée sa fabrication très soignée, il convient également dans certains usages industriels, ainsi que pour actionner de petits automates.



**FONCTIONNE SUR PILES DE
POTHE, PETITS ACCUS OU COU-
RANT LUMIERE DEVOLTE**

Type A de 2 à 12 volts ou type B de 8 à 20 volts, avec inversion de marche, 900 francs.

**EN VENTE CHEZ TOUS LES
REVENDEURS.**

Documentation :
Étab^l KAFTA, Service S. V.,
74, rue de la Fédération, PARIS (15^e).

LE MICROSCOPE ET SES APPLICATIONS

à la portée de tous

Instruire en amusant, merveilleuse formule pédagogique qui fait le succès prodigieux de MICRO-LABOR.

La BOÎTE CI-DESSOUS renferme un puissant MAGICIEN, auquel vous devrez des étonnements, des découvertes, des joies incroyables et toujours nouvelles. PETITS et GRANDS, il vous guidera au travers d'un monde que vous ne soupçonner même pas. Ce magicien, LE MICROSCOPE, entr'ouvrira pour vous la porte de l'invisible.

Sa baguette magique, ce sont les ACCESSOIRES choisis qui l'entourent — dont les possibilités sont pratiquement illimitées — car il vous sera toujours possible de compléter votre matériel dans l'avenir au fur et à mesure de vos désirs.

Grâce au MICRO-LABOR, vous pourrez regarder vivre et s'agiter la faune immense et combien étrange d'un UNIVERS inconnu :

ANIMAUX TRANSLUCIDES, dont vous verrez battre le cœur, se contracter l'estomac, s'effectuer la digestion, que sais-je encore ? Vous verrez l'agitation frénétique des INFILTRANTS PETITS, vous assisterez à leurs luttes, aux drames sans merci de cette JUNGLE INVISIBLE. Vous pénétrerez la VIE CACHEE de la plante, sa structure interne, l'ART sans défaut de son architecture.

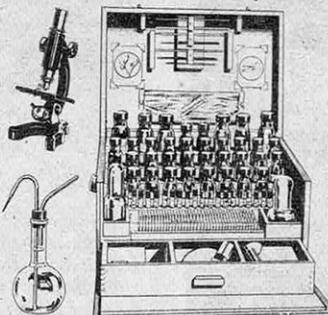
Vous vous étonnerez et vous admirerez sans vous lasser les merveilleux dessins, les féeriques bijoux que sont les DIATOMÉES et les radiolaires et combien d'autres merveilles encore.

P. S. — Par suite d'une erreur d'impression, l'adresse et le n° C. C. P. étaient erronés dans notre précédente insertion. Nous nous en excusons.

**DESCRIPTION DE LA BOÎTE
MICRO-LABOR 2 B.**

Grand coffret en très belle ébénisterie, transportable, en acajou ou chêne, pour bureau ou laboratoire, avec étagères, logements pour les instruments et tiroir pour les accessoires permettant le montage d'un très grand nombre de préparations microscopiques temporaires ou durables.

Comprend : 40 préparations toutes faites, 30 tubes de coupes et de matériaux que l'utilisateur peut fixer, colorer et monter lui-même en préparations, 36 réactifs, 118 pièces de matériel (agitateurs, pipettes, aiguilles lancée et droite, pince, microtome, rasoir à coupes, verres de montre, lampe à



BOÎTE MICROLABOR N° 2 B

alcool, boîte lames couvre-objets, étiquettes, etc., en tout 227 articles. Fournie avec ou sans microscope inclinant à crémaillère accompagnée d'instructions précises et de conseils sûrs, fruits de longues années d'expérience.

PRIX sans microscope, à partir de 11 325 fr.; avec microscope, sur demande. Franco, France, 5 % en sus.

S'adresser à toutes les bonnes maisons, opticiens ou jouets scientifiques.

Beau catalogue cartonné illustré contre 40 fr. remboursés à la commande.

M. TOURNOIS, « MICRO-LABOR », 7, rue Brunel, Paris (17^e). C. P. 501.54 Paris.

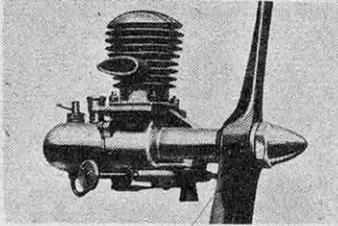
N. B. — MICRO-LABOR a sa place à l'école et dans tous les cours. MM. les Professeurs intéressés sont priés de nous écrire.

A LA SOURCE DES INVENTIONS

La plus importante et la plus ancienne maison de	Moteur Micron, 10 cc...	3 360 »
Modèles réduits.	— 10 cc ma-	
Actuellement le plus grand choix :	gnéto	6 725 »
Wagon voyageurs BLZ-0.	Boîte MICRO-LABOR :	
— BLZ-00	0 bis	3 225 »
Loco P. O. BLZ-0	1 bis	4 125 »
— P. L. M. BLZ-00	2 B	11 325 »
Train P. O. voyageurs, 0	3 A	14 400 »
— P. O. marchandises.	Dépositaire des Moteurs Kafta.	
Train P. L. M. voyageurs, 00, depuis	Grand choix d'appareils et d'accessoires PHOTO et CINEMA.	
Train P. O. marchandises.	Télécommande pour modèle réduit.	
Moteur de train électrique	Documentation sur demande.	
Moteur Bonnier, 5 cc...	A LA SOURCE DES INVENTIONS, Service S. V., 56, boulevard de Strasbourg, Paris (10 ^e). Près la gare de l'Est. C. C. P. 731-76 Paris.	
Moteur Micron, 0,8 cc...		
— 2,8 cc...		
— 5 cc...		

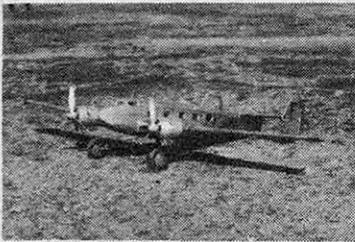
MICROMOTEUR 5 CM³ A AUTO-ALLUMAGE BONNIER

Beaucoup de micromoteurs ont vu le jour ces dernières années ; mais le BONNIER, l'un des premiers nés, mérite qu'on s'y attarde un peu.



Avec ses ailettes et son cône d'hélice, il rappelle le vrai moteur d'avion. En ordre de marche, il pèse 280 gr. A 4 200 tours mn, régime normal d'utilisation, il développe une puissance de 0,22 ch ; à cylindrée égale, il est donc de beaucoup le plus puissant, et c'est ce qui explique les succès remportés.

Le 31 août, à Genève, un avion de 50 cm d'envergure, équipé d'un BONNIER, a volé à 117 km/h (vol circulaire contrôlé).



Maquette volante équipée de 2 micromoteurs BONNIER qui a fait d'excellents essais à Issy-les-Moulineaux.

C'est un moteur à deux temps, à compression fixe ; le carter et le cylindre sont faits d'aluminium coulé en coquille ; la chemise est d'acier spécial cyanuré ; le vilebrequin, d'acier spécial traité, a été pris dans la masse. Le carburant utilisé est un mélange :

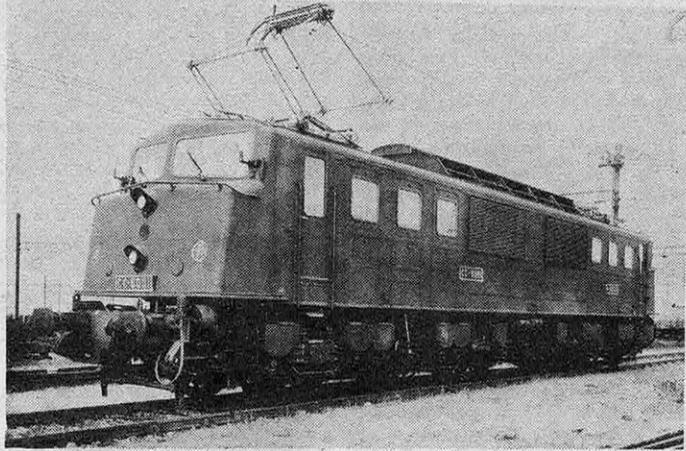
Éther sulfurique	75 %
Essence	5 —
Huile de graissage	20 —

L'ajustage se fait au millième : en effet, l'allumage est dû à l'élévation de température provoquée par la compression des gaz (rapport volumétrique 16) ; et, comme le piston est sans segments, il est indispensable que l'ensemble chemise-piston soit parfaitement étanche. Aussi, ce petit moteur réjouit-il les amateurs de belle mécanique.

Prix : 2 600 francs.

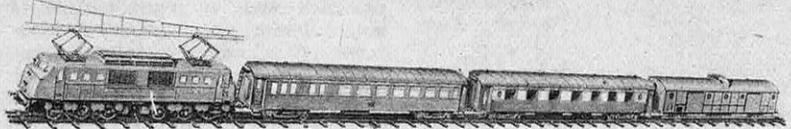
Notice détaillée franco contre 6 francs en timbres.
Société BONNIER, 35, rue Marengo, Courbevoie (Seine). C.P. Paris 3760-94.

LES TRAINS ÉLECTRIQUES B. L. Z. (LICENCE ZEDA)



Réduction au 1/43 de la locomotive CC 6001 équipée avec double bogie moteur (système ZEDA)

LOCOMOTIVE CC « O », dernier type de locomotive électrique de la S. N. C. F. Machine très puissante, 2 moteurs, 12 roues motrices. Poids 2 kg. Construite selon la technique B. L. Z., en métal moulé sous pression, incassable et indéformable.



La reproduction fidèle des rames des grands réseaux distingue tous les trains BLZ, ainsi que vous pourrez vous en rendre compte par les photos que nous vous présentons.

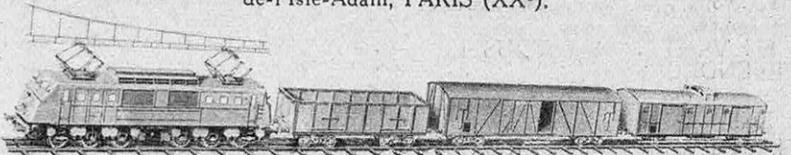
Toutes les fabrications de trains électriques BLZ en modèles réduits sont, d'autre part, appréciées pour leur conception, le principe breveté de leur fabrication, enfin par le souci de réalisation des détails et de la ligne moderne. Ils se distinguent, en outre, par la douceur du fonctionnement (mouvement dans un bain d'huile, breveté) la puissance et la vitesse.

UN AUTRE MODÈLE : la LBZ « OO »



Locomotrice forme aérodynamique à télécommande par surtension 20 volts avec son tender.

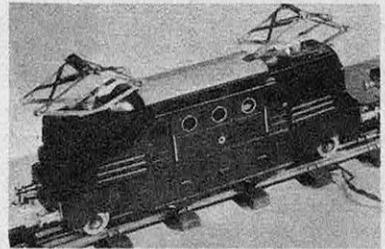
EN VENTE CHEZ TOUS LES SPÉCIALISTES DE MODÈLES RÉDUITS.
Catalogue S. V. gratuit sur demande. ATELIERS B. L. Z., 74, rue Villiers-de-l'Isle-Adam, PARIS (XX^e).



CONSTRUISEZ VOUS-MÊME

cette automotrice silencieuse.

Rien n'est plus instructif, plus distrayant et plus économique que de construire soi-même, ou de surveiller la construction par des enfants de cette automotrice BLZ « O », dernier type de modèle réduit.



Caractéristiques. — C'est la machine silencieuse grâce à son mouvement placé sous le carter, noyé dans un bain d'huile. Sa conception brevetée, unique au monde, est constituée par deux demi-coquilles, moulées sous pression et assemblées, formant la locomotive.

ÉCONOMISEZ VOS PNEUS ILS SONT RARES ET CHERS

Tous les automobilistes avertis connaissent l'importance d'un gonflage précis. Une pression d'air trop forte ou trop faible est la cause principale de l'usure prématurée du pneu. D'où la nécessité de contrôler et de gonfler souvent, opération fort ennuyeuse, car peu pratique à exécuter.

Une invention française vous apporte la solution simple, pratique et même amusante. Voici le *contrôleur doseur d'air SIFFLEX AIR STOP TOURISTE*, petit appareil fort ingénieux dont le sifflet commande avec précision toutes les opérations.

Description. — La partie supérieure de l'appareil est formée de deux tubulures diamétralement opposées: l'une pour mettre sur la valve et formant manivelle, l'autre ayant l'aspect d'une valve prolongée. A l'intérieur du corps se trouve un ressort élastomère identique à ceux des manomètres, indé-

formable à l'usure, sur lequel repose un clapet piston à double effet, organe principal du brevet.

A l'extérieur, la graduation visible de 1 à 4 kg est en rapport avec la charge du ressort à l'aide d'une rampe hélicoïdale.

Le SIFFLEX AIRSTOP TOURISTE peut servir à trois fins :

1° Comme *contrôleur*, en l'appliquant sur la valve et en vissant jusqu'au sifflement ;

2° Comme *doseur d'air automatique*, l'appareil ayant été réglé au préalable à la pression voulue, le sifflet vous indique la fin du gonflage et l'excédent d'air s'échappe ;

3° Comme *dégonfleur automatique*. L'appareil étant réglé à la pression voulue, la fin du sifflement vous indique la pression normale.

D'un format réduit, le doseur d'air SIFFLEX, de fabrication robuste, ne réclame aucun entretien.

C'est un appareil résistant aux chocs, à l'inverse des contrôleurs à aiguilles, que l'automobiliste peut placer dans son coffre à outil.

En vente chez tous les garagistes.

Envoi franco contre rem^b de 525 fr.

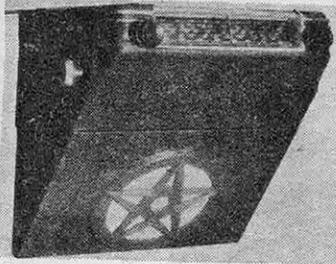
ÉTABLISSEMENTS SIFFLEX

41, rue Carnot, à Suresnes (Seine).

P. S. — APPAREILS SIFFLEX AUTOMATIQUES plus importants : pistolets muraux et fontaines air et eau, pour transporteurs, stations service, l'aviation, etc.

LA RADIO A BORD

Quel plaisir de sillonner les belles routes de France confortablement assis dans votre automobile. Mais le summum du confort vous est offert par le poste STARNETT qui met tous les postes d'émission, sur toutes ondes, à toute heure, à votre portée. Grâce à STARNETT, le conducteur évitera dorénavant la somnolence qui est la cause de tant d'accidents.



Description. — Il est spécialement étudié pour tenir dans le plus faible encombrement et son adaptation est des plus facile sur votre tableau de bord. D'une belle présentation — boîtier en aluminium coulé — insonorisé. Son blindage total est conçu pour résister aux chocs et aux vibrations et éviter toute induction parasite.

D'une musicalité excellente grâce à un montage de basse fréquence, avec contre réaction, haut-parleur à aimant permanent détachable, permettant l'audition hors de la voiture grâce à son câble prolongateur (éloignement 3 m.)

Le poste STARNETT vous est livré complet avec convertisseur, haut-parleur amovible, câble de liaison spécial blindé, antenne télescopique spéciale, antiparasites, notice d'installation et une garantie d'un an.

Prix franco contre remboursement : 28 500 francs. Notice détaillée contre 6 francs en timbres. Service SV.

SOCIÉTÉ IMVENTEX,

78, avenue des Champs-Élysées, Paris.

P. S. — STARNETT peut également être installé sur les bateaux. Tout campeur bien équipé sera dorénavant muni de son poste portatif STARNETT.

DES COURS PARTICULIERS PAR CORRESPONDANCE

Directement avec votre

Professeur P. PAPILLAUD.

Pour vos études par correspondance en radio-photo et cinéma, demandez-lui sa *documentation personnelle* avant de vous inscrire à une autre école... vous y trouverez des avantages certains... Par sa nouvelle méthode, il vous préparera rapidement aux carrières de *monteur-dépanneur, sous-ingénieur et reporter, opérateur de cinéma et scénariste*...

Écrivez au professeur P. PAPILLAUD, 22 ter, rue de France, Nice (A. M.).

DE VOTRE TABLEAU DE BORD SURVEILLEZ L'ÉLECTROLYTE DE VOTRE BATTERIE

Les accumulateurs sont rares et chers, et le drame, c'est que la batterie se détruit seule, surtout par manque d'électrolyte.

Automobilistes, faites installer sur votre voiture notre indicateur de niveau de batterie breveté. Cet appareil, extrêmement simple, et peu coûteux, vous permettra de savoir, à chaque instant, sans démontage fastidieux, et ceci, de votre tableau de bord, si vous avez suffisamment d'électrolyte dans votre batterie.

Demandez cet appareil à votre garagiste.

Renseignements sur demande. Fabricé par la Société ESSWEIN et C^{ie}, La Roche-sur-Yon (Vendée).

MONITOR JORA

L'organisation méthodique de votre travail tient dans 3 décimètres cubes.

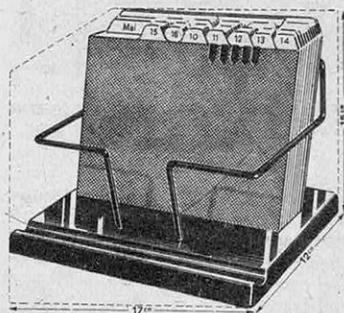
Le MONITOR JORA est à l'homme de bureau ce que le caniche est à l'aveugle. Il enregistre au fur et à mesure tout le travail à faire ou à venir et vous rappelle chaque matin vos obligations : rendez-vous, correspondance, contrôles, rappels, échéances, follow-up, etc. Il vous donne tous les renseignements désirables.

Calendrier synoptique.

Nom, adresse, téléphone de vos principaux correspondants.

Renseignements généraux.

Renseignements professionnels.



DESCRIPTION. — Le MONITOR JORA est composé d'un socle en bois acajou réhaussé d'une monture en métal chromé formant corbeille, laquelle contient :

- Une série de fiches index des mois ;
- Une série de fiches index des jours ;
- Une série index alphabétique ;
- Un bloc de fiches mémo de réserve.

MONITOR JORA doit être pour chaque lecteur de *Science et Vie*, un auxiliaire de travail précieux, capable de rapporter des milliers de francs, par l'économie de temps qu'il fera réaliser. En vente chez votre papetier : 450 fr.

Renseignements sur demande.

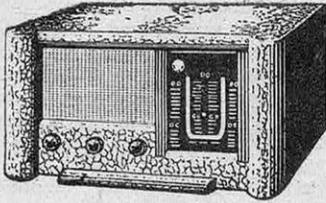
CLASSEMENT JORA,

38, rue de Lorraine, Levallois-Perret (Seine). — C. P. Paris 569.400.

**DÉBUTANTS, AMATEURS
PROFESSIONNELS RADIO !**

Construisez vous-mêmes un bon récepteur de radio, d'une conception extrêmement simple et donnant des résultats surprenants.

Ce poste est un super-hétérodyne, alternatif tous voltages, comportant 3 gammes d'ondes (O. C., P. O., G. O.), équipé de la série de 5 lampes américaines « standard », soit 6A8, 6K7, 6Q7, 6V6, 5Y3, d'un bloc oscillateur et de deux moyennes fréquences, à noyau de fer plongeant.



Le prix de revient extrêmement modique, grâce en particulier à l'économie réalisée par le système de polarisation automatique par le négatif, est à la portée de toutes les bourses. Le montage et le matériel ont été étudiés de telle façon qu'il ne comporte pas de réglage délicat. Ce n'est qu'un assemblage.

Devant le très vif succès remporté par notre dernière rubrique, la Société des Établissements « Radio-Papyrus » a été obligée de remettre en fabrication une nouvelle série de cette réalisation et est aujourd'hui à même de vous fournir et d'expédier en province, contre mandat à la commande, tout le matériel nécessaire à sa construction, depuis le rouleau de soudure jusqu'à l'ébénisterie, au prix de 5 760 francs.

Le jeu de lampes à 2 200 francs. (Supplément de 150 francs pour ébénisterie laquée.)

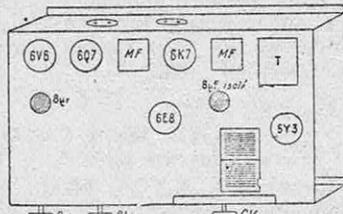


Schéma de montage.

Il sera remis à chaque commande une notice détaillée avec schéma de montage du poste permettant une exécution rationnelle.

La maison est spécialisée depuis vingt ans dans la fourniture des pièces détachées pour constructions et dépannages.

AFFAIRE A PROFITER

Si vous désirez vous monter un oscillographe ou un petit téléviseur, nous pouvons vous fournir le tube

cathodique C 95S de 95 mm de diamètre, livré avec garantie à un prix record de 4 200 fr.

**HAUT-PARLEURS
« PHILIPS »**

Qualité exceptionnelle, aimant permanent avec cône antidirectionnel pour la diffusion des aiguës.

6 watts, 23 cm.....	2 900 »
15 — 28 —.....	5 300 »
25 — 31 —.....	6 400 »

CADRANS

Très belle présentation 150 x 200, glace, aiguille baladeuse verticale, entraînement par câble, fixation du C. V. par flector caoutchouc. (Très belle mécanique.)

Toutes les lampes, des plus anciennes aux plus modernes, à la taxe. Remise par quantité. Il nous reste quelques :

6F5	300 »
6L7	300 »
89	300 »

Platine pick-up alternatif avec arrêt automatique 6 200 »
Tiroir pour ensemble pick-up à glissière, noyer verni..... 3 200 »

Expédition France et colonies contre mandat à la commande.

Demandez-nous notre catalogue général « SV », saison 1948, contre 20 fr. en timbres.

« RADIO-PAPYRUS », 25, boulevard Voltaire, Paris (11^e). Tél. : Roq. 53-31. C. C. P. 2812-74.

**UN MERVEILLEUX APPAREIL
INDISPENSABLE A TOUS**

Il se peut que vous ayez subitement à résoudre les questions suivantes :

Avez-vous chez vous du courant électrique 110 volts ? 220 volts ? Alternatif ? Continu ? 50 périodes ? 25 périodes ? Vos fusibles sont-ils bons ? Y a-t-il du courant sur vos prises ? Un fil est-il coupé, etc.

Le VÉRIFICATEUR UNIVERSEL résoudra tout de suite ces questions et bien d'autres encore touchant à l'électricité ménagère, à l'électricité automobile, la radio, en tout 37 possibilités d'application avec une simplicité enfantine.

L'appareil se présente sous forme d'un cylindre comportant à une extrémité une pointe de contact, et un ressort de contact, à l'autre une lampe au néon comportant un anneau et une plaque ; sur le corps de l'appareil trois boutons poussoirs, à verrouillage, permettent les diverses combinaisons nécessaires ; les deux extrémités sont protégées au repos par deux capots.

Une notice d'emploi est fournie avec chaque appareil.

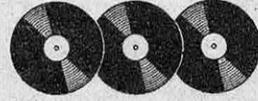
Prix spécial de lancement : 1 500 fr. Port et emballage : 50 fr.

Paiement par mandat ou versement à notre compte chèque postal : Paris 1532-67.

RADIO M. J. (Service S. V.), 19, rue Claude-Bernard, PARIS (5^e), et 6, rue Beaugrenelle, PARIS (15^e).

**MONTEZ
VOTRE DISCOTHÈQUE**

Amateurs, ne perdez plus votre temps à rechercher les disques enregistrés par vos vedettes préférées. Adressez-vous à une maison spécialisée et parfaitement achalandée.



Nous tenons à votre disposition immédiate un grand choix de musique classique, jaz, chansons, folk'cre..

Extraits de notre collection :
BOURVILLE *C'est l'Piston.*
Édith PIAF *Les trois Cloches.*

La Vie en rose.
Aimé BARELLI ... *Jam Session dans*

un poulailler.
FERNANDEL *C'est un dur.*

Charles TRENET .. *La Mer.*
Marie Marie.

Harry JAMES *Moten's swing.*
Duke ELINGTON... *Baggle Call Rag.*

Yvonne BLANC... *Boogie Woogie*
Runway.

José LUCCHESI... *Veronica.*
Simone LANGLOIS. *Un Air d'accor-*

déon.
Pierre DUDAN.... *Fifi Jaune-d'œuf.*

Georges THILL .. *Mireille.*
Anges du Paradis.

DEBUSSY..... *La Fille aux che-*
veux de lin.

BEETHOVEN *Symphonies.*
Etc...

CLÉRY CITÉ, 4, rue de Cléry, PARIS. Métro Sentier. Tél. : Louvre 82-25.

Si vous habitez Paris, une simple visite.

Si vous habitez la Province, une simple lettre... Nous vous adresserons votre commande contre remboursement.

L'INSTITUT PELMAN

édite de précieux ouvrages de psychologie pratique et de culture générale traitant de passionnants problèmes, que tout homme doit résoudre dans sa vie, dans sa profession :

Désiré ROUSTAN, inspecteur général de l'Éducation nationale : *La Culture au cours de la vie.* Franco : 235 fr.

Ch. LE VERRIER, agrégé de l'Université : *Forgez votre autorité.* Une méthode. Franco : 235 fr.

Charles BAUDOIN, professeur à la Faculté de Genève : *Mobilisation de l'énergie, études psychanalytiques.* Franco : 235 fr.

DRABOVITCH, disciple de Pawlov : (réflexes conditionnés) : *Comment s'adapter à la vie.* Franco : 200 fr.

A paraître : P. MASSON-OURSSEL, professeur à la Sorbonne : *L'Autorité en marche, l'autorité qu'on acceptera.* Franco : 235 fr.

Chèques postaux : Paris 601-49. INSTITUT PELMAN, Section VI, 176, boulevard Haussmann, Paris.

**500 COUPS SANS RECHARGE
RECHARGE INSTANTANÉE**



PISTOLET AUTOMATIQUE
500 PROJECTILES
Portée Réglable: 12° 24° 36°
Tir Précis et Silencieux

« PNEUMA-TIR 500 »
est un jouet, mieux : un
SPORT POUR TOUS
petits et grands

qui fonctionne à l'air comprimé mais a ceci de particulier qu'il tire une à une et sans recharge 500 balles et se recharge ensuite instantanément, l'air comprimé étant fourni par simple pression des doigts sur la poire en caoutchouc.

Demandez la démonstration à votre spécialiste le plus proche en :
Jouets Armes
Sports Cadeaux
Vente en gros E. P. A. S.
39, rue Volta, Paris (3^e)

Agent général Belgique-Luxembourg :
LIESENBERG, 27, rue Veydt,
Bruxelles.

Foire de Lyon 1948 - Foire de Paris

APPRENEZ A VENDRE

De tous les métiers, la vente est le plus rémunérateur. Mais, pour arriver rapidement à une belle situation, il ne suffit pas de s'improviser « homme d'affaires ». Vous pouvez apprendre à vendre grâce au nouveau Cours Pratique de Vente par correspondance qui fera de vous un vendeur de grande classe en consacrant quelques heures par semaine pendant dix mois à cette passionnante étude. Demandez le programme M 53, au Cours Pratique de Vente, 222, boul. Péreire, Paris (XVII^e). (Joindre 20 fr.)

**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.

**L'INVENTION
POINTE DE CHOC**

de l'industrie. A condition d'être couverte par un brevet pris à temps par un spécialiste.

André NETTER, Ingénieur E. C. P. Conseil en Propriété Industrielle, 132, faubourg Saint-Denis, Paris (X^e). Nord 01-53.

**AVIS AUX FUTURS
COMPTABLES**

Préparez les examens officiels d'État

Dans un service comptable, vous pouvez végéter ou devenir un chef. Pour cela, il faut en savoir plus que les autres.

L'École Française de Comptabilité vous donnera le moyen de comprendre la technique comptable, grâce à la méthode caténales, simple, logique, vivante.

Demandez la documentation gratuite n° 2230. Ne pas joindre de timbres. École Française de Comptabilité, 91, avenue République, Paris. La comptabilité est une profession de mieux en mieux payée. Partout on emploie des comptables. Profitez-en si vous le pouvez.



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.

**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^e), son instructive notice-programme intitulée



adressée gracieusement sur demande.

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



**UN LIT EN UNE SEULE
PIÈCE ARTICULÉE**

Les Établissements PEYRON, spécialistes du matériel de camping, ont fait breveter un modèle de lit pliant qui a valu à son créateur la médaille de Vermeil à la dernière Foire de Paris.

Ce lit, vendu sous la marque « GEP » (déposée), n'est pas seulement destiné au camping. Il peut avoir sa place, comme lit de secours, dans tous les intérieurs.

Fait intéressant : de nombreux hôpitaux, cliniques, sanas ont déjà passé d'importantes commandes.

Le lit « Gep », en une seule pièce articulée, est fabriqué en tube d'acier spécial très léger (il ne pèse que 8 kg). Il s'ouvre et se replie en une seconde.

La toile, en fort coton écri lavable, est renforcée latéralement, avec possibilité de réglage de tension par laçage en dessous, ce qui confère au lit « Gep » une très grande souplesse.

Documentation, avec reproductions photographiques, adressée sur demande : Établissements PEYRON, 4, rue des Mariniers, Paris (XIV^e).

**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^e). A Bruxelles, 20, rue Charles-Martel. A Neuchâtel, Gorges 8.

**VOULEZ-VOUS
UNE SITUATION**

d'avenir dans ces activités :

Électricité, S. N. C. F., Mécanique, Agriculture, Commerce, Comptabilité Automobile, Cinéma, Radio, Journalisme, Banque, Assurance, Police, Hôtellerie, Publicité, Forêts, Mines, Secrétariat, Économat, Froid, Transports, Topographie, Dessin industriel, Travaux publics, Aviation, Emplois d'État (2 sexes) ? Guide gratuit 419, document unique. École au Foyer, 39, rue H.-Barbusse, Paris (20 ans de succès).

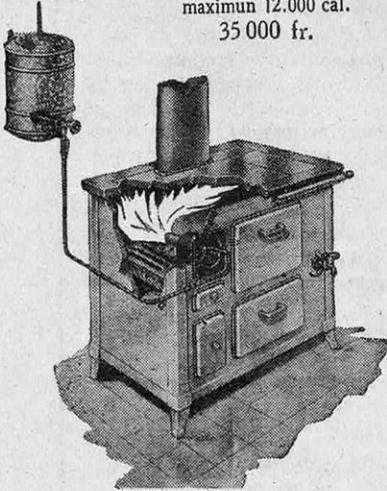
CHAUFFAGE ASSURÉ
cet hiver avec votre cuisinière.

Quelle que soit sa marque, elle peut fonctionner au MAZOUT avec le nouveau brûleur

FEUFOLLET
Brevet n° 768-224.

Consommation horaire moyenne :
1/2 litre.

Type Chaudières Chauffage Central. Prix du brûleur installé :
8 000 fr.
maximum 12.000 cal.
35 000 fr.



Demandez l'installation de ce merveilleux appareil à votre installateur habituel ou aux Établissements MAZOUCALOR, à SEYSSES (Haute-Garonne). — Tél. 7.
Notices contre timbres.

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. 26.120 : Orthographe, Rédaction.
- Broch. 26.121 : Calcul, Mathématiques.
- Broch. 26.124 : Électricité.
- Broch. 26.125 : Radio.
- Broch. 26.126 : Mécanique.
- Broch. 26.127 : Automobile.
- Broch. 26.130 : Dessin industriel.
- Broch. 26.133 : Sténo - Dactylographie.
- Broch. 26.134 : Secrétariat.
- Broch. 26.135 : Comptabilité.
- Broch. 26.137 : C. A. P., B. P., Commerce.
- Broch. 26.138 : Carrières commerciales.

ÉCOLE NORMALE D'ENSEIGNEMENT PAR CORRESPONDANCE
28, rue d'Assas, PARIS (VI^e).

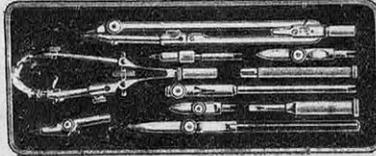
CHOISISSEZ VOTRE MONTRE

de Besançon
parmi les 20 modèles photographiques du catalogue **DIFOR**
envoyé franco, contre 3 timbres.
Vente directe.

Garantie absolue d'un an.
« **DIFFUSION HORLOGÈRE** »
14, rue des Granges, Besançon.

UN COMPAS N'EST PAS UN JOUET

Votre travail dépend de sa précision. Seule une maison spécialisée vous assure choix et qualité.



H. DUPUIS, anciennement Ch. Darras.
Maison fondée en 1799.
129, faubourg Saint-Martin, Paris (X^e).
Tél. Nord 25-28 (métro gare Est).
Envoi franco cat. S. V. à la demande.

UNE GRANDE DÉCOUVERTE : LA RADIESTHÉSIE PHYSIQUE (Microphysique)

De récentes découvertes techniques excluant tout occultisme ou psychisme ont permis de mettre au point un **COURS PRATIQUE DE RADIESTHÉSIE MODERNE**, objective, par procédés physiques à la portée de tous, sans don spécial, 30 leçons, 150 exercices judicieux, 100 applications



vos besoins professionnels. Conseils gratuits durant un an. Brillants succès garantis, déjà acquis par milliers d'élèves enthousiastes. Brochure explicative importante, avec attestations de résultats étonnants de prospecteurs, commerçants, ingénieurs, scientifiques, médecins, physiciens. **ÉCOLE INTERNATIONALE DE RADIESTHÉSIE**, par correspondance, 37-26, rue Rossini, Nice.

« La première encyclopédie radiesthésique par ses qualités fondamentales. »
Cdt d'Aviation H. CHRÉTIEN.

« Ces exercices judicieusement choisis seront accueillis avec sympathie par tous. »
D^r ALBERT LEPRINCE.

« Vous rendez grand service à un grand nombre de personnes. »
Ing. Arts et Manuf. BRARD.

35 A 40.000 FRANCS PAR MOIS

Salaire actuel 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'École Préparatoire d'Administration, 4, r. des Petits-Champs, Paris.

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, Travaux 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^e) (métro République).

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 ?

À 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^r-Cordier, St-Quentin (Aisne).
Renseignements gratuits sur demande.

VOICI VOTRE ÉCOLE

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° 34160. **Classes secondaires complètes:** Baccalauréats.
- N° 34161. **Classes primaires complètes:** Brevets.
- N° 34162. **Enseignement supérieur:** Licence ès Lettres, Droit.
- N° 34163. **Cours d'orthographe.**
- N° 34164. **Rédaction technique littéraire** (Nouvelles, Romans, Théâtre).
- N° 34165. **Formation scientifique** (Math., Physique, Chimie).
- N° 34166. **Dessin industriel.**
- N° 34167. **Industrie:** Préparation à toutes les carrières et aux certificats d'aptitude professionnelle.
- N° 34168. **Radio, certificats de radio de bord** (1^{re} et 2^e classes).
- N° 34169. **Comptabilité, Sténo-dactylo:** Préparation à toutes les car-
- rières et aux certificats d'aptitude professionnelle.
- N° 34170. **Dunamis** (Culture mentale pour la réussite dans la vie).
- N° 34171. **Phonopolyglotte** (Anglais, Allemand, Italien, Espagnol), par le disque.
- N° 34172. **Dessin artistique:** Une vie nouvelle par le dessin et la peinture.
- N° 34173. **Cours d'éloquence.**
- N° 34174. **Cours de poésie.**
- N° 34175. **Formation musicale.**
- N° 34176. **Initiation aux grands problèmes philosophiques.**
- N° 34177. **Cours de publicité.**
- N° 34178. **Carrière des P. T. T. et des Travaux publics.**
- N° 34179. **Écoles d'infirmières et Assistantes sociales, Écoles vétérinaires.**

Plusieurs milliers de brillants succès aux examens officiels

ÉCOLE DES SCIENCES ET ARTS

16, rue du Général-Malletterre, PARIS (16^e).

Si Vous aimez le Dessin et la Peinture
Lisez cette lettre →

Fribourg, le 6 Juin 1947.



M. A. PIOT

Élève de l'École Internationale, et auteur de la lettre ci-contre.

UNE TELLE LETTRE
SE PASSE DE COMMENTAIRES. SACHEZ SEULEMENT QUE L'ÉCOLE INTERNATIONALE EN REÇOIT CHAQUE JOUR DE SEMBLABLES.

... Pour terminer plus rapidement mes cours qui, j'en suis sûr certain, feront de moi un artiste complet. Amateur au début de mes études, j'espère maintenant, me faire une belle carrière d'artiste et de dessinateur.

Je vous prie d'accepter, Cher Professeur..

F. P.

★ Renseignez-vous

L'École Internationale de Dessin et de Peinture vous offre un magnifique album en couleurs, sans engagement de votre part. Il vous documentera sur nos élèves et les résultats étonnants qu'ils obtiennent. Vous y apprendrez comment il vous est désormais facile d'apprendre à peu de frais, chez vous, en vous amusant, un art passionnant qui fera de vous "quelqu'un" dans l'échelle sociale. Réclamez immédiatement cet album, auquel vous avez droit: inscrivez clairement vos nom et adresse; joignez 20 frs à votre lettre pour frais, et adressez à l'UNE des deux adresses de l'E.I. à votre choix.

L'ÉCOLE INTERNATIONALE (SERVICE 83)

49 bis, avenue Hoche
PARIS (8^e)

11, av. de Grande-Bretagne
Principauté de MONACO



TRES VIVANT
CROQUIS DE
M. R. JONAC
EXÉCUTE DÈS
LE 2^e COURS

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



JEUNES GENS ! devenez comptables agréés
 COURS DE TOUS LES DEGRÉS
 PRÉPARATION AUX DIPLOMES OFFICIELS
 DEMANDEZ notre DOCUMENTATION GRATUITE N° 48
ECOLE PRATIQUE
D'APPLICATIONS SCIENTIFIQUES
 39, RUE DE BABYLONE — PARIS-VII^e



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
ECOLE PROFESSIONNELLE SUPÉRIEURE
 9, AVENUE DE VILLARS, PARIS (VII^e)

UNE LANGUE ÉTRANGÈRE

LA MÉTHODE LA PLUS RENOMMÉE POUR L'ENSEIGNEMENT DES LANGUES PAR DISQUES

Rapidement, Facilement,
 par **LINGUAPHONE**

OUI — Progrès rapides
 — Accent parfait
 — Vocabulaire étendu

N'aimeriez-vous pas parler l'anglais correctement ou toute autre langue de votre choix ?
 ● C'est si facile avec Linguaphone
 Méthode simple, logique et scientifique.
 ● La Méthode Linguaphone est étonnante
 D'un jour à l'autre vous faites des progrès et vous découvrez rapidement que vous parlez avec un accent impeccable et que vous comprenez tout ce qui se dit autour de vous.
 ● Il n'est jamais trop tard
 que vous ayez moins de 30 ans ou plus de 40 ans, si vous n'avez jamais essayé de parler une langue étrangère auparavant, Linguaphone est un raccourci qui vous permettra de posséder à fond n'importe quelle langue étrangère.

TOUT UN VOLUME D'ATTESTATIONS...
 et parmi elles au hasard...
 Je vous remercie vivement de toutes vos explications. Jamais on ne m'avait si bien aidée à résoudre les difficultés qui, grâce à vous, commencent à s'éclaircir.
 M^{me} B. (Calvados).
 Mes enfants ont tiré un très réel profit de votre méthode Anglaise. Je ne doute pas que la méthode Allemande que je vous commande aujourd'hui m'apporte le même succès et je continuerai sans doute par l'Italien et l'Espagnol.
 Capitaine T. (Guadeloupe).



GRATUIT DÉMONSTRATIONS
 Tous les jours de 9 à 12 h. et de 14 à 18 h.

21 LANGUES
LINGUAPHONE
 12, Rue Lincoln, PARIS (8^e)
 Veuillez m'adresser la brochure décrite ci-contre sans engagement de ma part.
 (Ci-joint 12 francs pour frais d'envoi)
 Nom.....
 Adresse.....
 10, Rue du Méridien - BRUXELLES (Dépt. C. 29)

Chez vous

sans quitter vos occupations actuelles vous apprendrez



C'est en forgeant qu'on devient forgeron...

C'EST EN CONSTRUISANT VOUS-MÊME DES POSTES que vous deviendrez un radiotechnicien de valeur. Suivez nos cours techniques et pratiques par correspondance.

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

DOCUMENTATION GRATUITE

INSTITUT PROFESSIONNEL POLYTECHNIQUE
11, RUE CHALGRIN A PARIS (XVI^e)

ÉCOLE AGRÉÉE
PAR LE MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

APPRENEZ

L'ÉLECTRICITÉ

PAR CORRESPONDANCE

sans connaître les mathématiques!



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

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

BON 37 F

COURS PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ

222, Bd. Péreire - Paris 17^e

SOYEZ UN *vrai* TECHNICIEN!



MAIS JOIGNEZ LA **PRATIQUE**
A LA **THÉORIE**

en construisant vous-même grâce à nos cours par correspondance le récepteur complet qui restera votre propriété.

Demandez aujourd'hui notre LUXUEUSE BROCHURE CONTRE 10 frs

INSTITUT ELECTRO-RADIO
6, RUE DE TÉHÉRAN, PARIS (8^e)

ZENNER
Le Gérant : Lucien LESTANG.

Imp. CRÉTÉ, Corbeil (S.-et-O.) - 6997-2-48. - C.O.L. 31-1631. - Dépôt légal. 1^{er} oct. 1931

aucun obstacle n'est insurmontable



TANK-400

*Le stylo à grande contenance
garanti pour l'existence.*



*Le stylo
de l'étudiant...*

Ecrire sans arrêt notes et devoirs,
signer, à la plume et à l'encre, voilà
ce que permet

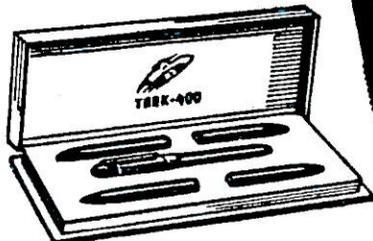
LE TANK-400

dont le corps, formant cartouche inter-
changeable à niveau d'encre entièrement
visible, contient

400 GOUTTES

la capacité de 10 stylos

Ce stylo moderne et chic, outil de travail
sérieux sera votre prochain stylo.



Le TANK 400 en écrin de
luxe avec ses quatre
cartouches de recharge
remplies d'encre

BLEU RADIO ou BLEU NOIR
Stephens'
extra fluide

GARANTIE A VIE *Què que vous
soyez si le TANK 400 ne vous donne
pas satisfaction entière, présentez
votre bon de garantie au papetier
de la ville; il vous sera échangé
immédiatement et sans frais*

DESCRIPTION

- 1 le **CAPUCHON** avec son clip de sûreté, véritable pièce de mécanique de précision.
- 2 la **CARTOUCHE** interchangeable formant le corps du stylo à niveau d'encre visible.
- 3 la **SECTION PLUME**, qui avec ses perfectionnements, constitue l'âme du stylo le plus moderne.

Autres avantages

Entièrement en PLEXIGLAS, donc INCASSABLE, Clip, jones et plume en métal doré à l'or fin INALTERABLES

E^{TS} Pierre BAIGNOL & C^O

USINES & BUREAUX : 19, rue de SARTORIS

LA GARENNE-COLOMBES (SEINE)



avec

UNE PRISE DE COURANT ET LE FAIT-TOUT ÉLECTRIQUE

NORDIA

4 CITÉ GRISET. PARIS 11^e - OBE 10-27

à partir d'un compteur de 10 ampères

En présentation au CORDON BLEU, 129, rue du
Faubourg-Saint-Honoré. Métro : St-Philippe-du-Roule

*Une révolution dans la
cuisine à l'électricité*

L'idée du MONO-USTENSILE électrique est la formule de demain : elle permet une économie de moitié à l'achat du matériel et de 40 % de courant.

Description : En aluminium fondu, il comporte dans sa double paroi un corps chauffant le fond et les flancs. Son soubassement calorifugé assure au fait-tout les avantages de la marmite norvégienne.

RÉGLAGE : 3 allures.

CAPACITÉ : 3 - 5 - 10 litres.

GARANTIE : 3 années.

Renseignements sur demande.