

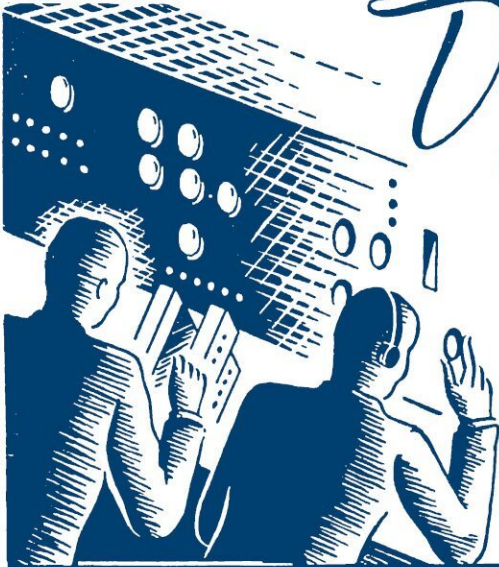
SCIENCE ET VIE

DÉCEMBRE 1947

N° 363

30 FRANCS





Devenez un spécialiste

compétent en quelques mois grâce à nos méthodes personnelles d'Enseignement.

Jeunes gens, jeunes filles, même à temps perdu, vous pouvez vous créer une situation enviée.

Préparez votre avenir
Ecrivez-nous dès aujourd'hui



Demandez le Guide des Carrières gratuit

ECOLE CENTRALE DE TSF

12, RUE DE LA LUNE - PARIS

COURS DU JOUR, DU SOIR OU PAR CORRESPONDANCE

Je dessine! et me voilà plongée dans la joie...

Voilà ce qu'écrit à Marc Saurel une de ses élèves enthousiastes, et un autre écrit : « Votre enseignement est le plus moderne, le plus sympathique. »

La nouvelle méthode Marc Saurel : « Le Dessin Facile », enseignée par correspondance, fera de vous en peu de mois un excellent dessinateur grâce à l'ingénieuse utilisation des magnifiques planches modèles qui accompagnent les cours. Tout est neuf, attachant dans cet enseignement qui ne ressemble à aucun autre. Car Marc Saurel est le véritable créateur du dessin par correspondance qu'il pratique depuis trente-cinq ans. Profitez de son expérience inégalable.

Cours spéciaux sur : croquis, paysage, portrait-peinture, illustration, publicité, mode, dessin animé, dessin industriel. Cours pour enfants de six à douze ans.

Une jolie brochure illustrée de 16 pages, véritable initiation à l'art passionnant du dessin, vous sera envoyée contre ce bon et 15 francs en timbres. Précisez le genre qui vous intéresse.



BON
SV 12

LE DESSIN FACILE

11, RUE KEPPLER, PARIS-16°

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-13 (Section dessin industriel) au

DESSIN FACILE

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

*C'est un bon
stylo qu'IL désire...*

ALORS
c'est le **TANK-400**
qui LUI fera le
plus plaisir



400 GOUTTES

La capacité de 10 stylos

Le TANK-400 ne comporte *aucun* mécanisme. Le corps du stylo forme *cartouche d'encre* (2), interchangeable, à niveau d'encre entièrement visible, utilisant la capacité totale du réservoir.

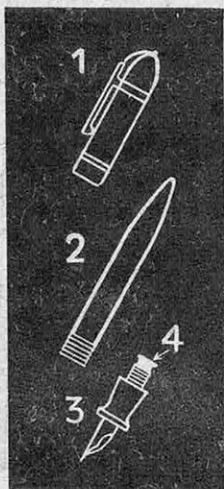
Le TANK-400 est muni d'un clip de sûreté (1), véritable pièce de mécanique de précision. Détail apprécié, le clip de sûreté n'abîme pas les poches et constitue une garantie contre la perte ou le vol.

Sa plume *cylindrique* (3) est aussi une nouveauté. Elle assure le parfait écoulement de l'encre, sous le contrôle d'un *régulateur de pression* (4).

Fabriqué en PLEXIGLAS, il est *incassable*. Les clips, joncs et plume sont en métal doré or fin, pratiquement *inaltérables*.

GARANTI A VIE

Où que vous soyez, si le TANK-400 ne vous donne pas satisfaction entière, présentez votre bon de garantie au spécialiste de la ville, il sera échangé immédiatement et sans frais.



Les cartouches d'encre sont garnies de *bleu radio* ou *bleu noir Stephens*, encre extra-fluide spéciale

Le TANK-400 est livré en écrin de luxe, avec quatre cartouches de rechange, de quoi écrire plus d'un an sans arrêt.

C'est le stylo moderne et chic, outil de travail sérieux, et attendu par l'homme de lettres, le journaliste, l'homme d'affaires, le comptable, l'étudiant. *C'est enfin la grande nouveauté dont on parle.*

En vente chez votre papetier au prix imposé de 1 200 fr.

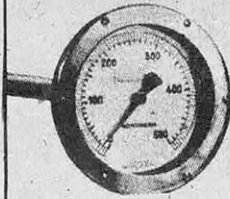


Le TANK 400 en écrin de luxe avec 4 cartouches de rechange, de quoi écrire 1 AN

PIERRE BAINOL & C^o

19, Rue Sartoris
LA GARENNE-COLOMBES (Seine)

THERMOMÈTRE INDUSTRIEL



Appareil robuste, insensible aux chocs et aux vibrations.

Étanche aux gaz et aux liquides.

THERMOSTAT



Muni de contacts électriques réglables sur toute l'échelle de graduation.

Fonctionne sous tous courants.

RÉGULATEUR-INDICATEUR

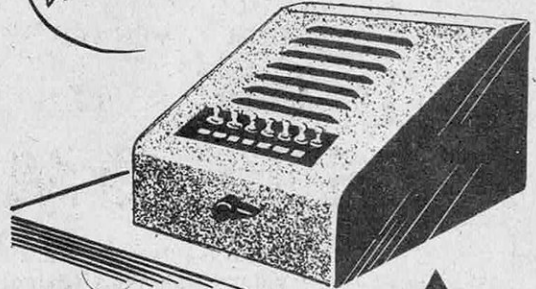
GALTIER ET C^{IE}

20, rue de La Condamine, PARIS (17^e)

Tél. : MAR. 55-47



O.I.P.



INTERVOX

TELEPHONE IDEAL EN HAUT PARLEUR
INTERCOMMUNICATION TOTALE



135. Av du GEN^{AL} MICHEL-BIZOT-PARIS 12^e
6. Rue Victor-Chevreuil Tel. DID. 03-92

Si Vous aimez le Dessin et la Peinture lisez cette lettre

Goncelin (Isère), le 22 Février, 1947.

Depuis que je suis votre Enseignement, j'ai obtenu des résultats que je n'aurais jamais osé espérer.

Je travaille actuellement en connaissant vraiment mon métier, grâce à vous; mon travail artistique est la source d'un revenu qui devient plus important de jour en jour. On ne fera jamais assez connaître la valeur et la clarté de votre Enseignement et, pour ma part, je n'y manquerai pas à chaque occasion.

Peiffner

★ Renseignez-vous



M. R. PEIFFNER
Dessinateur et Peintre.
Elève 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.

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

11, av. de Grande-Bretagne
Principauté de MONACO

(Service S.V.. 712)

49 bis, avenue Hoche
PARIS (8^e)



TRÈS VANTAGEUX DE M. R. PEIFFNER ENVOI GRATUIT DES ÉPREUVES

Matière thermoplastique transparente
l'impidité du cristal sans en avoir la fragilité

PLEXIGLAS

En feuilles, blocs, joncs
Poudre à mouler par injection

INCOLORE
ET COULEURS DIVERSES
USINAGE
ET FORMAGES AISÉS

ALSTHOM

Services commerciaux :

169, boulevard de Valmy, Colombes (Seine)
Téléph. : Charlebourg 35-10 à 35-13

DÉPÔTS :

24, rue des Petits-Hôtels, à Paris - Tél. TAI. 97-12
Rue Michelet, à Oyonnax (Ain) - Tél. 30.

AGENCES RÉGIONALES :

Belfort — Bordeaux — Clermont-Ferrand
Lille — Lyon — Marseille — Metz — Nancy
Nantes — Rouen — Strasbourg — Toulouse

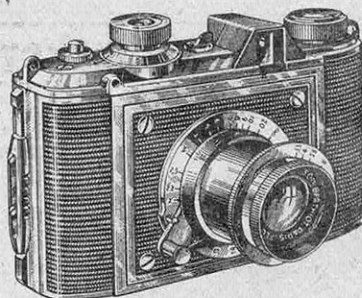
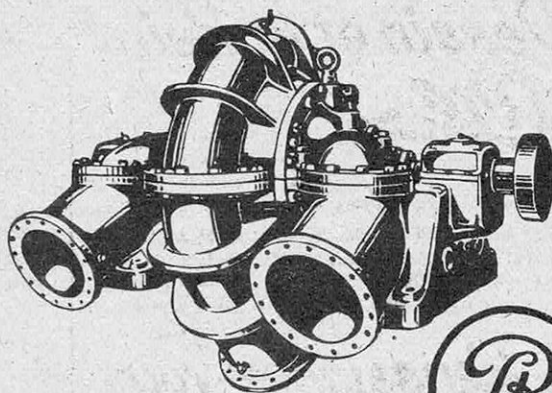


PHOTO
CINÉ
RADIO

PHOTO-HALL

5, RUE SCRIBE, PARIS 9^e

Catalogue T — 15 frs Fco



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



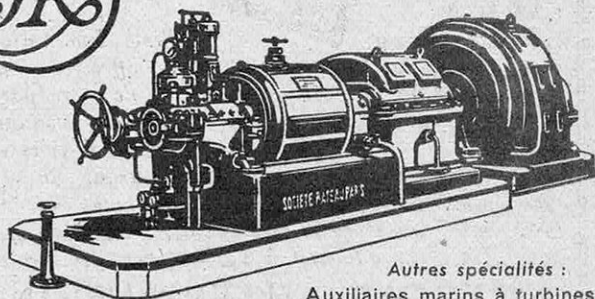
SOCIÉTÉ

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 - MUYSSEN (Belg.)



Autres spécialités :

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

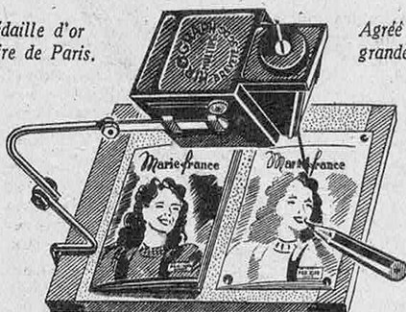
NOËL - ÉTRENNES

Le « MIROGRAPH »

UN JOUET SCIENTIFIQUE

Médaille d'or
Foire de Paris.

Agréé dans les
grandes Écoles



Tout ce que l'œil voit : dessin, photo, croquis, plan, gravure, paysage, etc... peut être reproduit de façon parfaite au moyen de l'appareil, grandeur nature, réduction ou agrandissement.

PRIX DE VENTE : 395 frs

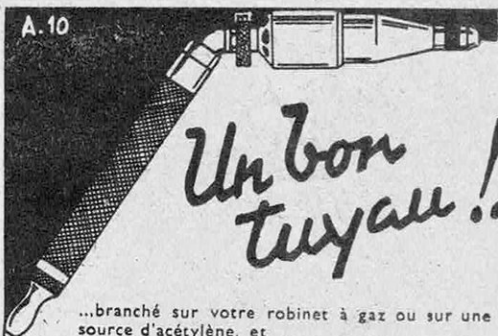
Le « MIROGRAPH » peut être aussi bien utilisé par un enfant que par un professionnel.

DIFFUSION ARTISANALE :

7¹⁰⁷, cour des Petites-Écuries, PARIS (10^e).

Envoi par retour contre mandat de 423 frs
(Contre remboursement.) 435 frs

A.10



...branché sur votre robinet à gaz ou sur une source d'acétylène, et

LE CHALUMEAU BRANDT

breveté S. G. D. G. — Licence Schäfer

Suffisent pour braser et souder
à basse température

**SANS AIR COMPRIMÉ
SANS OXYGÈNE**

TOUS MODÈLES DISPONIBLES

En vente chez les quincailliers et
spécialistes en fournitures industrielles

Pour documentation et vente en gros, s'adresser :

Établissements EDGAR BRANDT

52, Champs-Élysées — PARIS (8^e)

— Téléphone : ELYsées 18-87 - BALzac 36-26 —

9 GAMMES

RÉCEPTEUR MÉTROPOLITAIN ET
COLONIAL 9 LAMPES
PUSH PULL



Dim. 62x38x33 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 13 fr. en timbres.
Env. documentation Colon. par avion. Joindre 175 fr.

RADIO - SÉBASTOPOL
100, Bd SÉBASTOPOL, PARIS

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

JEUNES GENS III

sans quitter votre emploi actuel

ASSUREZ VOTRE AVENIR !

CHOISISSEZ UNE CARRIÈRE REMUNÉRATRICE !

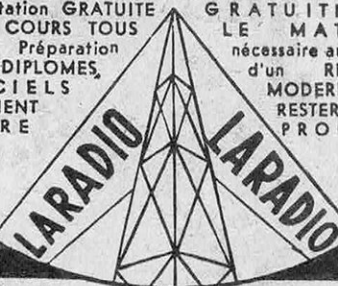
LA RADIO manque de spécialistes dans

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

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 Sportif s'habille
pour le
Sport et
pour la
Ville à*

COLAS-PUBLI

**SPECIAL
CAMPING**
16.B^e VOLTAIRE PARIS
MARSEILLE
11. COURS LIEUTAUD
RENNES
17. RUE MAREC' JOFFRE

TARIF "S" VÊTEMENTS ou CAMPING 10 Fr.

LES CONSEILS DE
"Sésame"

Les mines sont souvent de
qualité discutable. S'il sur-
vient des bris de mines..

dévissez le
capuchon et
la pointe, puis
nettoyez avec
précaution la
pointe et le canal
d'aménée dont
vous provoquez
l'ouverture en pres-
sant le porte-mine sur
une table côté capuchon.

Sésame est à votre dis-
position pour vous adres-
ser gracieusement une tige
en acier calibré ad hoc.

"Sésame"

ST-CLAUDE — JURA
Les nouveaux Modèles "EXCELLENCE"
et "COMPÉTITION"
sont actuellement en distribution.

**ACHETEZ VOTRE MONTRE
DIRECTEMENT A LA**

SOCIÉTÉ D'HORLOGERIE DU DOUBS
106 RUE LAFAYETTE PARIS 10^e

3.885 frs 2.997 frs 2.750 frs 4.800 frs

1900^f

MONTRE ANCRE 15 RUBIS DEPUIS...

CATALOGUE N° 25 GRATUIT SUR DEMANDE

Ceci intéresse

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

L'ÉCOLE UNIVERSELLE, la plus importante du monde, vous met en mesure, par son prestigieux enseignement par correspondance, 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 que vous intéresse et tous renseignements qu'il vous plaira de lui demander.

- Br. 36.320 : ENSEIGNEMENT PRIMAIRE :** Classes complètes; préparation au C. E. P., Bourses, Brevets, etc.
- Br. 36.321 : ENSEIGNEMENT SECONDAIRE :** Classes complètes depuis la onzième jusqu'à la classe de Mathématiques spéciales incluse, Bourses, Examens de passage, Baccalauréats, etc.
- Br. 36.322 : ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR :** Licences (Lettres, Sciences, Droit), Professeurs.
- Br. 36.323 : GRANDES ÉCOLES SPÉCIALES.**
- Br. 36.324 : POUR DEVENIR FONCTIONNAIRE :** Administrations financières, P. T. T., École nationale d'Administration.
- Br. 36.325 : CARRIÈRES DE L'INDUSTRIE, des MINES et des TRAVAUX PUBLICS :** Certificats d'aptitude professionnelle et Brevets professionnels.
- Br. 36.326 : CARRIÈRES DE L'AGRICULTURE et du Génie rural.**
- Br. 36.327 : COMMERCE, COMPTABILITÉ, INDUSTRIE HOTELIÈRE, ASSURANCES, BANQUE, BOURSES, etc. :** Certificats d'aptitude professionnelle et Brevets professionnels.
- Br. 36.328 : ORTHOGRAPHE, RÉDACTION, CALCUL, ÉCRITURE.**
- Br. 36.329 : LANGUES VIVANTES, TOURISME, Interprète, etc...**
- Br. 36.330 : CARRIÈRES de l'AVIATION MILITAIRE et CIVILE.**
- Br. 36.331 : CARRIÈRES de la MARINE de GUERRE.**
- Br. 36.332 : CARRIÈRES de la MARINE MARCHANDE (Pont, Machines, Commissariat).**
- Br. 36.333 : CARRIÈRES des LETTRES (Secrétariats, Bibliothèque, etc...).**
- Br. 36.334 : ÉTUDES MUSICALES :** Solfège, Harmonie, Composition, Piano, Violon, Chant, Professorats.
- Br. 36.335 : ARTS DU DESSIN :** Professorats, Métiers d'art, etc...
- Br. 36.336 : COUTURE, COUPE, MODE, LINGERIE, etc...**
- Br. 36.337 : ARTS DE LA COIFFURE ET DES SOINS DE BEAUTÉ.**
- Br. 36.338 : 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
ou : chemin de Fabron, NICE



Institut
PELMAN
Fondé en 1890

**A tous ceux qui veulent
s'assurer une situation de premier plan**

dans les affaires, l'industrie, l'administration, la politique... même sans instruction secondaire, nous conseillons d'appliquer la MÉTHODE PELMAN. Ils surclasseront vite leurs rivaux.

Les chefs sont ceux qui savent s'imposer par leur personnalité. Ils ont acquis volonté, ténacité, goût de l'effort, sens des réalités, initiative, confiance en soi, autorité. Vous développerez facilement ces qualités qui vous manquent en suivant les leçons par correspondance de la MÉTHODE PELMAN.

Cette méthode de pensée, de travail, d'action, très simple et si efficace, s'applique au cours de la profession, des études de la vie privée. Elle compte cinquante-sept ans d'expérience et de succès dans le monde entier. Elle fera de vous un véritable chef.

Demandez l'intéressante brochure explicative n° VI-32-H, contre 20 francs.

INSTITUT PELMAN, 176, boulevard Haussmann, Paris

LONDRES
DUBLIN
AMSTERDAM
STOCKHOLM



NEW-YORK
MELBOURNE
DELHI
CALCUTTA, etc.

*Le Cordon Élastique
de téléphone*

ELASTOPHONE

BREVETÉ
300%
Extensible
est tellement pratique!

un câble
et
c'est tout

Toute
correspondance
ELASTOPHONE
12 rue Y. Simon
SAINT-ETIENNE
TÉL: 39-48
Tous renseignements
sur demande

300% d'élasticité

Cables pour tous appareils

Si vous pouvez écrire vous pouvez **DESSINER**

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 dont vous vous servez quotidiennement en écrivant, Elle vous montre comment les employer. Après, tout devient facile.



Scène de la rue croquée avec habileté par un élève.

UTILISEZ VOS LOISIRS..

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.

BROCHURE GRATUITE

Demandez la curieuse brochure illustrée (offerte gratuitement) où sont exposés les principes de cette nouvelle méthode.

POSTEZ D'URGENCE CE COUPON

IL EXISTE AUSSI
UN COURS SPÉCIAL
POUR ENFANTS
DE 8 A 13 ANS
DEMANDER L'ALBUM
" ENFANTS "



En quelques traits rapides, que d'élégance dans ce croquis d'un élève devenu professionnel.

ÉCOLE A. B. C. DE DESSIN (Stu. D. 39)
12, rue Lincoln (Champs-Élysées), Paris (8^e)

Veillez m'envoyer, sans engagement, votre album de renseignements sur la méthode A. B. C.

Nom

Adresse

Pour la Belgique : 18, rue du Méridien, Bruxelles

CH. LEMONNIER
95

*Contre la pluie
et l'humidité...*

ASFEUTROÏD
PROTÈGE EFFICACEMENT
et POUR LONGTEMPS
C'est la couverture
ou le revêtement
le plus ÉCONOMIQUE
En vente chez votre marchand de
matériaux et chez votre Quincaillier.

L'ASFEUTROÏD

le feutre asphalté solide

USINE ET BUREAUX, à MONTSOULT (Seine-et-Oise)



LE BRIQUET CIERPA SOFALUX

DERNIÈRE CRÉATION DE L'ARTISANAT FRANÇAIS
LE SEUL EN ALUMIUM 47
DORÉ À L'OR FIN

Se fait en :
NOIR ET OR
VERT ET OR
ROUGE ET OR
TOUT BLANC ARGENTÉ
TOUT DORÉ



D'UN BRILLANT ET D'UN COLORIS
INALTÉRABLE, C'EST UN VÉRITABLE BIJOU DE LUXE QUI
AJOUTE UNE NOTE DE DISTINCTION ET D'ÉLÉGANCE À
L'HOMME OU À LA FEMME QUI LE TIEN EN MAIN.
SON FONCTIONNEMENT EST CONTRÔLÉ, CE QUI NOUS
PERMET DE VOUS LE GARANTIR.

495^{fr.}

LE STYLO TORPÉDO

SUPPORTE D'ÊTRE EXAMINÉ À LA LOUPE.
CAR IL EST SANS DÉFAUT,
PLUME CAPOTÉE, EXTRA-FORTE, POINTE
IRIDIUM, RÉSERVOIR GÉANT, AGRAFE "SPÉCIA"
SON FONCTIONNEMENT EST CONTRÔLÉ
CE QUI NOUS PERMET DE VOUS LE GARANTIR

288^{fr.}

SEULS, nous pouvons vendre des articles d'une qualité
aussi parfaite à des prix aussi bas.

SEULS, nous sommes sûrs de notre qualité,
aussi nous remboursons intégralement ou
échangeons tous objets que vous nous
retourneriez dans les 8 jours

VOUS RECEVREZ CES ARTICLES CONTRE REMBOURSEMENT
OU MANDAT JOINT À LA COMMANDE
OU VOUS LES TROUVEREZ À NOTRE SALLE D'EXPOSITION

ECLAT PARIS

LES DIFFUSIONS



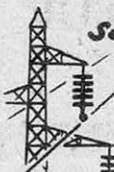
69 RUE ROCHECHOUART SERVICE 38
2^e ÉTAGE GAUCHE PARIS 9^e AR.

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 manifesta-
tions 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 99 E

**COURS
PRATIQUE
D'ÉLECTRICITÉ**

222, Bd. Péreire - Paris 17^e

VOICI VOTRE ÉCOLE

LES MEILLEURES ÉTUDES PAR CORRESPONDANCE

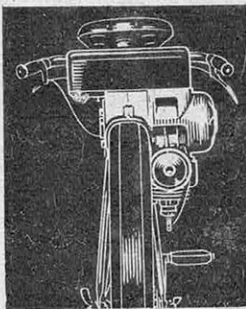
se font à l'ÉCOLE DES SCIENCES ET ARTS où les meilleurs maîtres, appliquant les meilleures méthodes d'enseignement par correspondance, forment les meilleurs élèves. Demandez, en la désignant par son numéro, la brochure qui vous intéresse. Envoi gratuit par courrier.

- | | |
|---|---|
| N° 33820. Classes secondaires complètes ;
Baccalauréats. | N° 33830. Dunamis (Culture mentale). |
| N° 33821. Classes primaires complètes ;
Brevets. | N° 33831. Phonopolyglotte (Anglais, Alle-
mand, Italien, Espagnol). |
| N° 33822. Enseignement supérieur ;
Licence ès Lettres. | N° 33832. Dessin artistique. |
| N° 33823. Cours d'orthographe. | N° 33833. Cours d'éloquence. |
| N° 33824. Cours de rédaction. | N° 33834. Cours de poésie. |
| N° 33825. Formation scientifique (Math.,
Physique, Chimie). | N° 33835. Formation musicale. |
| N° 33826. Dessin industriel. | N° 33836. Initiation aux grands pro-
blèmes philosophiques. |
| N° 33827. Industrie ; Certificats d'aptitude
professionnelle. | N° 33837. Cours de publicité. |
| N° 33828. Radio, certificats de radio de
bord (1 ^{re} et 2 ^e classes). | N° 33838. Carrières des P. T. T. et des
Travaux publics. |
| N° 33829. Commerce et comptabilité ;
Certificats d'aptitude profes-
sionnelle. | N° 33839. Écoles d'infirmières et assis-
tantes sociales, Écoles vétéri-
naires. |

Plusieurs milliers de brillants succès aux examens officiels

ÉCOLE DES SCIENCES ET ARTS

16, rue du Général-Malletterre, PARIS (16^e).



UN *Vrai*
MOTEUR
POUR VÉLO

créé par Eugène GADOUX
(ex-technicien d'Hispano-Suiza)

Montage arrière sur pneu, moteur inversé, se fixe instantanément, en mono ou bi-cylindre, sans effort sur le cadre.

Évitez le pédalage en côte.

Licences accordées à l'étranger.

Demandez Notice C

MOTEURS
CYCLEX

5, square du Thimerais, Paris-17^e

R.L.D.



...vos livres
aimeront
la
BIBLIOTHÈQUE
EXTENSIBLE et
TRANSFORMABLE

M.D.

car elle est étudiée pour eux

Du roman à l'in-folio, tous ces volumes se trouveront rangés rationnellement, et

tous mis en valeur, dans une Bibliothèque M.D. Ce beau meuble élégant pourra s'agrandir indéfiniment selon le rythme de votre collection

GRATIS : Une intéressante
PLAQUETTE ILLUSTREE com-
ment organiser rationnelle-
ment votre bibliothèque
avec ce Bon

BON N° 181

M. _____ N° _____

Rue _____

Ville _____

Dép. _____

BIBLIOTHÈQUE

M.D.

9, Rue de Villersexel PARIS

COUCOU CHANTANT - MÉNAGÈRE "INOX"



G^{DE} RÉCLAME

DE NOËL et JOUR de L'AN

Pour la 1^{re} fois depuis de nombreuses années, nous mettons en vente un nombre limité seulement de ces 2 objets, dont la qualité n'est pas comparable avec tout ce qui a été fabriqué pendant la période de guerre.

Les articles sont garantis par bulletin individuel donnant ainsi à chaque client le maximum de sécurité.

ENVOI CONTRE REMBOURSEMENT

PRIX EXCEPTIONNELS

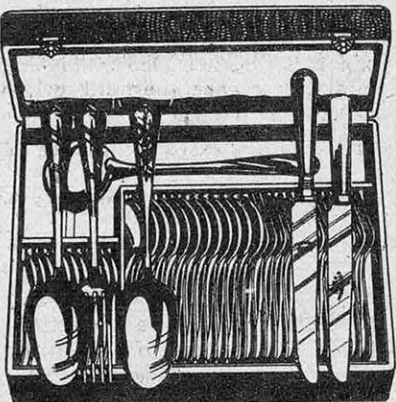
COUCOU

MÉNAGÈRE

4.660 fr.

TOUTS
FRAIS
D'ENVOI
COMPRIS

5.860 fr.



MÉNAGÈRE - 37 Pièces

Fabriquées avec le meilleur acier garanti inoxydable et inaltérable. Dessin moderne, présentation impeccable.

COUTEAUX inoxydables et indémanchables. La douzaine... 960 fr.

VISITEZ NOTRE EXPOSITION

VÉRITABLE COUCOU CHANTANT D'ALSACE

sonnant et chantant les heures et 1/2 heures. Riches sculptures, ornements pris dans la masse, balancier régulateur, mécanisme garanti de 1^{er} ordre.

GRANDEUR NATURELLE 50x33 cm.

PASSEZ VOS COMMANDES DE SUITE DIRECTEMENT
AU SERVICE B DES

Établ. FRANCE-NÉGOCE, 13, rue Guy-de-la-Brosse, PARIS-5^e

Remboursement intégral immédiat au cas de non satisfaction

LUXE SIGNIFIE QUALITÉ EXCEPTIONNELLE

LES PARFUMS REVILLON SONT DES PRODUITS DE GRAND LUXE PRÉPARÉS AVEC DES ESSENCES DE FLEURS, DE PLANTES ET DE BOIS ODORANTS

TORNADE - LATITUDE 50° - AMOU-DARIA EGOÏSTE ET **CARNET DE BAL** SONT DES CRÉATIONS DES LABORATOIRES REVILLON

LE SOUVENIR DES **PARFUMS REVILLON** NE S'EFFACE JAMAIS. C'EST LE CADEAU LE PLUS DISTINGUÉ ET LE PLUS APPRÉCIÉ QU'UN HOMME ÉLÉGANT PUISSE OFFRIR

EN VENTE DANS LES MAISONS DE TOUT PREMIER ORDRE EN FRANCE, DANS L'EMPIRE FRANÇAIS ET A L'ÉTRANGER

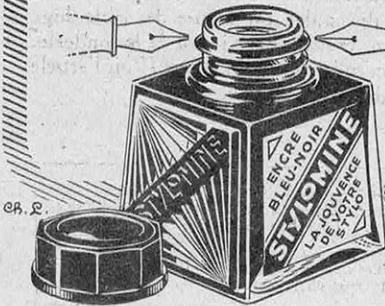
PARFUMS REVILLON S. A. AU CAPITAL DE 12.000.000 F. - 42, RUE LA BOÉTIE - PARIS VIII^e

la Nouvelle

ENCRE STYLOMINE

"la Souveraine de votre Stylo"

améliore le fonctionnement de
votre Stylo quelle que soit sa marque



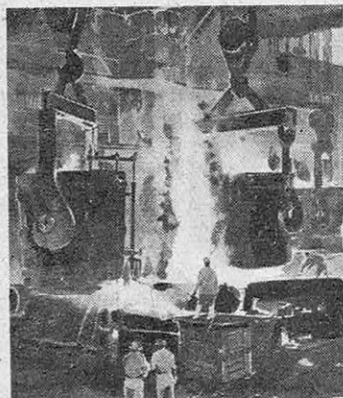
SCIENCE ET VIE

Tome LXXII - N° 363

Décembre 1947

SOMMAIRE

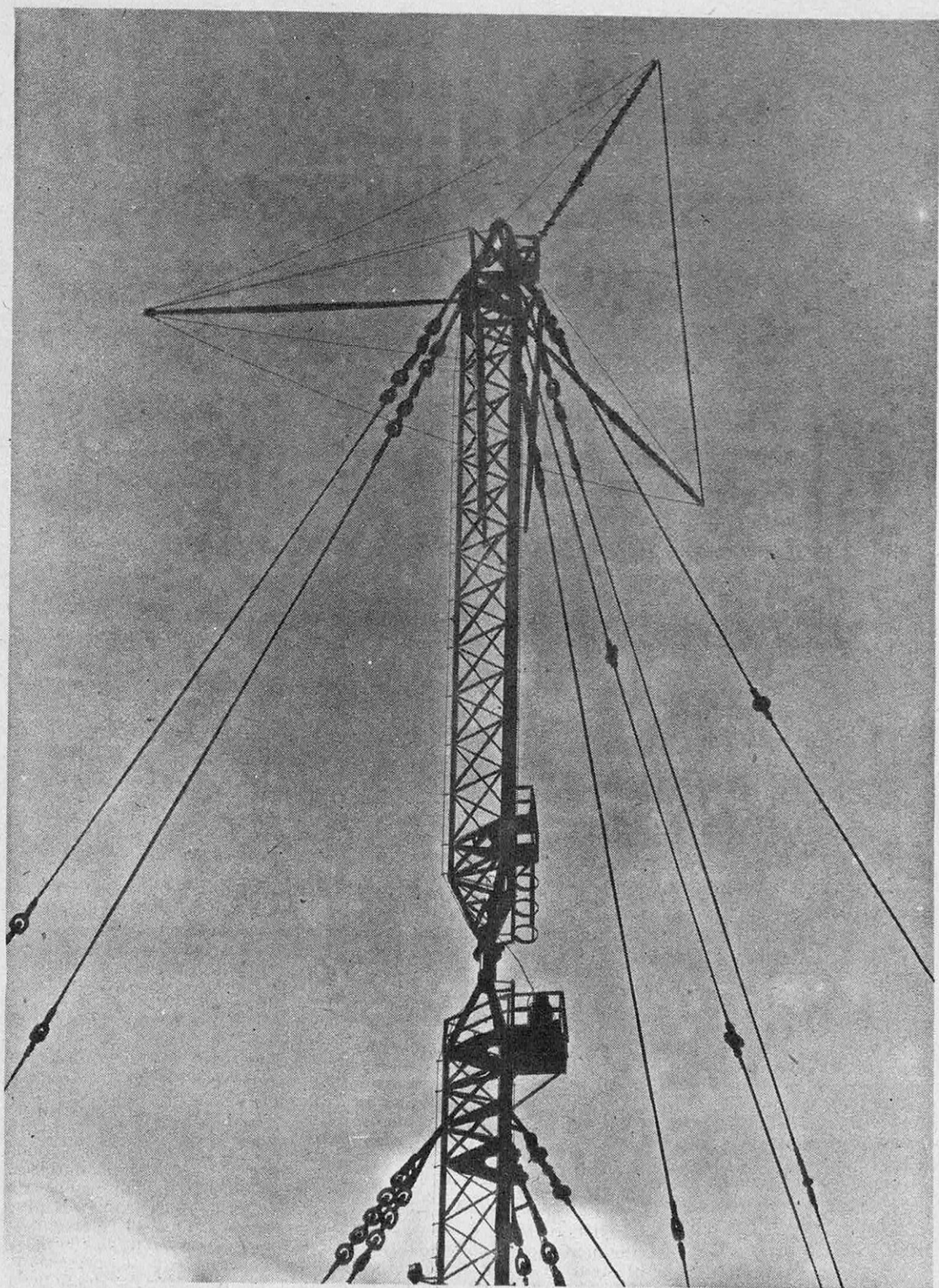
- ★ Les tendances actuelles de la radiodiffusion, par P. Hémar-dinquer 267
- ★ L'Uranium, matière première de l'industrie atomique, par Maurice-E. Nahmias 279
- ★ Les dressages d'animaux au laboratoire, par Rémy Chauvin. 286
- ★ La technique au Salon de l'Automobile, par Jacques Rousseau 291
- ★ La carie dentaire, par Jean Héribert..... 301
- ★ Un record de la technique de la coulée de l'acier, par Jacques Brédar..... 309
- ★ Quel est l'âge de l'Univers ? par J. Gauzit..... 312
- ★ A côté de la science, par V. Rubor..... 320



Il y a un siècle environ que la fabrication de pièces d'acier par coulée est entrée dans la pratique industrielle. La technique de la fonderie d'acier a fait depuis lors des progrès considérables dans le monde entier, en particulier pour la coulée des pièces de dessin compliqué et de poids élevé. Il n'est pas rare, dans ce domaine, de dépasser, dans les usines sidérurgiques bien outillées, la centaine de tonnes. La couverture de ce numéro représente la phase principale de la coulée, dans une grande aciérie américaine, d'un énorme bloc destiné à former le bâti d'une presse à forger géante de 6 000 t, à commande mécanique. Quatre poches suspendues à des ponts roulants prennent l'acier en fusion aux fours Martin qui l'ont élaboré et l'amènent aux jets de coulée du moule de sable logé dans une fosse profonde de 5 m, creusée dans le sol de la fonderie. Elles y déversent en quelques minutes 270 t de métal. (Voir l'article page 309 de ce numéro.)

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

ABONNEMENTS. — Affranchissement simple : France et Colonies, 300 francs; recommandé : 400 francs. — Étranger : 450 francs; recommandé, 600 francs.
Seuls, les règlements par chèques postaux (mandats roses ou virements) sont acceptés.
Compte de chèques postaux : PARIS 91-07.
Tout changement d'adresse doit être accompagné de 10 francs en timbres et de la dernière bande d'envoi.



LA PARTIE TERMINALE DE L'ANTENNE DE 150 M RÉCEMMENT CONSTRUITE POUR L'ÉMETTEUR LONDONIEN DE LA B. B. C.,
SITUÉ A BROOKMAN'S PARK DANS LE HERTFORDSHIRE

Cette antenne comporte une section terminale de 30 m de hauteur, isolée du reste du mât, comme celui-ci l'est lui-même du sol, par un isolateur formé de trois cylindres de porcelaine remplis d'huile. Cette section est alimentée à partir de la partie principale du mât par l'intermédiaire d'une self placée sur une petite plate-forme et formée de quinze spires. Elle comporte d'autre part une capacité réglable constituée par six poutrelles tubulaires de 10 m rayonnant à partir du sommet, et connectées trois par trois, chaque groupe de trois pouvant être abaissé le long du mât pour modifier la valeur de la capacité. Grâce à cette disposition, la section terminale peut servir de section d'accord, prolongeant virtuellement la longueur effective de l'antenne d'une longueur variable.

LES TENDANCES ACTUELLES DE LA RADIODIFFUSION

par P. HÉMARDINQUER

La construction des émetteurs et récepteurs de radiodiffusion, très réduite, sinon complètement suspendue, en France, pendant l'occupation, par suite de la pénurie de matières premières et des interdictions édictées, ne reprend que très progressivement. Mais les laboratoires radiotechniques n'ont pas interrompu leur travail, aussi bien en France, dans la clandestinité, qu'à l'étranger, et, si les perfectionnements de la technique paraissent peu sensibles aux amateurs de notre pays, par rapport à ce qu'elle était avant guerre, elle n'en comporte pas moins de nombreuses nouveautés, qui résultent pour la plupart de l'application aux appareils civils de procédés étudiés dans un but militaire. La construction des avions et des fusées télécommandés et celle des obus et bombes dits « de proximité », éclatant automatiquement au voisinage du but, rendaient nécessaires la construction de dispositifs d'émission, de réception, et de contrôle, d'encombrement réduit et d'une solidité à toute épreuve, puisque certains devaient supporter, au départ de l'obus, une accélération égale à dix mille fois celle de la pesanteur. Les appareils récepteurs du temps de paix bénéficient des études faites dans ce domaine, et ceux des derniers modèles, pour lesquels on n'a pas particulièrement recherché l'exiguité, sont remarquables tant par la qualité de leur réception que par l'esthétique de leur présentation. Signalons enfin que le procédé de modulation en fréquence qu'adoptent en Amérique des émetteurs de plus en plus nombreux, permet déjà en France d'obtenir sur ondes très courtes une reproduction très fidèle des fréquences musicales avec tous les harmoniques auxquels l'oreille est sensible.

DEPUIS la naissance de la radiodiffusion, vers 1921, le nombre des auditeurs n'a cessé d'augmenter, et il en a été ainsi jusqu'en 1939.

Pendant la guerre et l'occupation, des millions de récepteurs ont été détruits, quantité d'autres ont été pillés par les Allemands. On peut compter qu'à présent il reste en Pologne 200 000 appareils récepteurs, contre 1 200 000 avant guerre, 300 000 contre 400 000 en Norvège, 200 000 contre 1 000 000 en Hongrie, 4 ou 5 millions contre 14 en Allemagne.

En Angleterre, au contraire, comme en général dans les pays européens non occupés, le nombre des auditeurs a continué de s'accroître. Déjà de l'ordre de 9 millions en juillet 1940, il a atteint 11 millions au début de 1947. Aux États-Unis, on construit annuellement entre 13 à 20 millions de récepteurs.

En France, malgré les destructions et les pillages, le nombre de récepteurs a également augmenté. En novembre 1939, il y avait 5 204 389 auditeurs inscrits ; en mai 1946, on comptait 5 576 593, soit une augmentation de 372 204. La diminution généralement observée dans les régions sinistrées reste faible (un millier dans le Calvados).

Les réseaux de radiodiffusion

Le développement de la radiodiffusion dans le monde, et en France en particulier, est lié aux progrès des réseaux d'émetteurs, et à l'organisation artistique des émissions.

Si les difficultés industrielles, la pénurie des matières premières n'ont pas encore permis de

restituer aux réseaux européens leur puissance d'avant guerre, par contre, en général, le nombre des stations a augmenté. Comme les émissions radiophoniques constituaient une arme efficace dans la « guerre des nerfs », de nombreuses stations puissantes, édifiées dans un but de propagande, ont compensé la perte de certaines d'émetteurs détruits au cours des opérations militaires : 46 stations italiennes, 10 stations polonaises, une quarantaine de stations allemandes, et de nombreuses stations russes. De nouvelles constructions ont été entreprises depuis la fin de la guerre.

En France, il y a trois émetteurs de plus qu'en 1939, mais la puissance globale est inférieure à 1200 kW, contre 2 700 kW avant la guerre. L'Italie compte 23 émetteurs, d'une puissance totale de 409 kW seulement, contre 1 313 kW en 1943 ; il y a 14 stations autrichiennes, au lieu de 9, mais de puissance très réduite ; 2 stations hongroises, 23 émetteurs allemands d'une puissance de l'ordre de 800 kW, alors qu'on en comptait plus de 100 en fonctionnement, plus 23 émetteurs à ondes courtes d'une puissance de plus de 2 000 kW.

Quelques réseaux européens se présentent cependant en progrès très nets. La Belgique a recouvré sa puissance antérieure de diffusion. En Angleterre, la B. B. C. a porté le nombre de ses stations de 23 à 121, sa puissance totale de 1 000 à plus de 6 000 kW, et c'est elle qui possède ainsi les stations les plus puissantes du monde. La plupart des stations soviétiques détruites dans la zone des combats ont été rapidement reconstruites, et la puissance globale russe est supérieure à celle d'avant guerre.

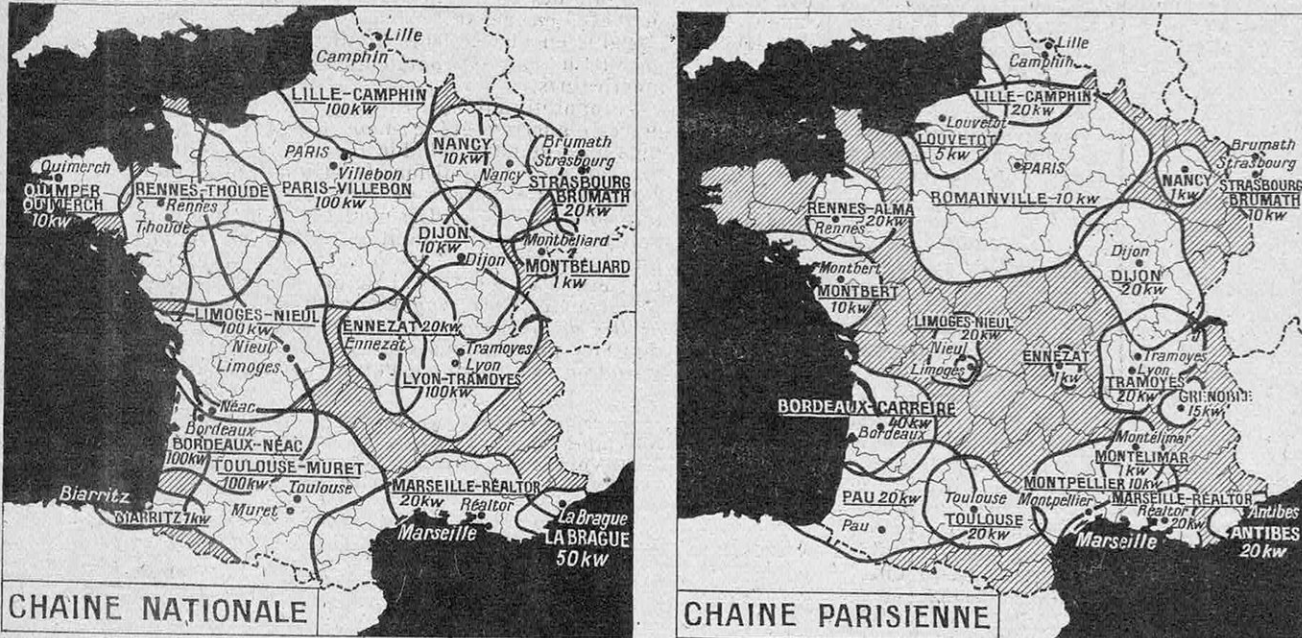


FIG. 1. — LA « CHAÎNE NATIONALE » ET LA « CHAÎNE PARISIENNE » AU DÉBUT DE 1947

Les zones blanches figurées autour des stations représentent les régions dans lesquelles le niveau du champ de réception atteint au minimum 1 millivolt par mètre, permettant ainsi une audition agréable pendant le jour.

Les États-Unis ont gardé le premier rang en radiodiffusion. En dehors des stations privées, l'armée et la marine possèdent des centaines d'émetteurs servant généralement de relais pour la propagande à l'étranger.

L'Amérique centrale et l'Amérique du Sud ont vu s'accroître le nombre de leurs émetteurs. Au Mexique, par exemple, on en compte actuellement plus de 200, contre 100 seulement en 1939. Au Japon, il y a 114 stations au lieu de 53, mais, par contre, la puissance globale est inférieure à 400 kW, contre 600 kW avant la guerre.

Le réseau français

Lorsque les Allemands ont évacué la France, ils n'ont laissé derrière eux qu'un réseau radiophonique en ruines, des studios ravagés, des stations et pylônes dynamités, des lampes brisées à coups de marteau, des câbles cisailés. En quelques jours, le travail de vingt années était anéanti, et, des 42 émetteurs, 5 seulement restaient intacts. Mais, dès la Libération, l'œuvre de reconstruction commença, et, en décembre 1944, la France disposait à nouveau de 15 postes émetteurs, dont beaucoup montés avec un matériel de fortune : la puissance totale de 2 700 kW d'avant guerre se réduisait à 174 kW.

Malgré la pénurie des matières premières, l'usure des installations et l'insuffisance en personnel qualifié, le travail de réfection se poursuit sans relâche. Faute d'antennes convenables, surtout, la puissance rayonnante réelle est souvent inférieure au pourcentage théorique, car les constructeurs français ne peuvent fournir les mâts nécessaires, et des pylônes ont dû être commandés en Amérique ; l'ensemble des prévisions a subi un retard moyen d'une année au minimum.

Neuf émetteurs à ondes moyennes vont être

progressivement mis en service, ainsi qu'un émetteur de 20 kW sur ondes longues, et 3 émetteurs de 100 kW sur ondes courtes.

Tout récemment, après Bordeaux-Néac, de 100 kW, le nouveau poste de Radio-Auvergne, de 100 kW également, a été mis en service à Ennezat, en mai 1947 ; il émet sur 227,10 m et peut être entendu dans toute la France, en Europe Centrale, et en Afrique.

En juillet 1947, le réseau français comprenait 45 émetteurs d'une puissance globale de 1 200 kW (fig. 1) ; il est suffisant pour assurer sur la presque totalité du territoire une écoute satisfaisante des deux séries principales de programmes (champ de 1 millivolt par mètre).

Lorsque le réseau de la Radiodiffusion française sera complètement reconstitué, le champ atteindra 23 millivolts par mètre à Paris, 8 à 10 millivolts par mètre dans les grands centres, et 2 millivolts par mètre dans les campagnes.

L'état actuel de la Radiodiffusion française et les projets envisagés permettent, on le voit, de réduire notablement la sensibilité des récepteurs, et d'améliorer la sélectivité et la fidélité de reproduction.

La différence essentielle par rapport à la situation d'avant guerre consiste dans la suppression du poste à ondes longues d'Allouis, mis en service à la déclaration de guerre, d'une puissance totale de 900 kW, et qui constituait la plus puissante et la plus moderne des stations de radiodiffusion de l'époque.

Le problème des longueurs d'onde

L'utilisation et l'attribution des longueurs d'onde constituent une nouvelle source de difficultés pour les stations françaises. Pour une cinquantaine d'émetteurs prévus, la France ne disposait jusqu'à présent, au maximum, que de

24 longueurs d'onde moyennes. Les longueurs d'onde réservées aux émetteurs ne peuvent, en effet, être laissées au choix des techniciens nationaux ou régionaux ; afin d'éviter les brouillages, elles sont fixées par des conférences internationales. En pratique, les différents pays européens appliquent chacun un plan individuel, et cette situation anarchique est incompatible avec la qualité des réceptions radiophoniques internationales.

Les prochaines conférences réduiront certainement le nombre de longueurs d'onde allouées à la France ; le plan de Montreux, qui devait entrer en pratique en mars 1940, mais n'a pu être appliqué, n'en prévoyait que 21. Une mise en ordre complète est nécessaire.

Devant cette limitation du nombre des longueurs d'onde, et la nécessité d'augmenter le nombre des stations pour assurer une bonne réception dans toutes les parties du territoire, une seule solution s'impose : la *synchronisation*, procédé délicat et compliqué, mais qui a pourtant fait ses preuves. Plusieurs stations locales de faible puissance peuvent transmettre le même programme sur une longueur d'onde unique. La stabilité de chaque émetteur est obtenue d'une manière suffisante par le contrôle au moyen d'un maître-oscillateur à quartz piézoélectrique (1). Un dispositif d'antennes dirigées sur ondes moyennes complète le procédé (2).

Une autre question à considérer est, sans doute, l'élargissement des bandes de brouillage, ou de modulation, réservées à chaque émetteur, et qui déterminent la qualité musicale.

On tente avec raison d'élargir de plus en plus cette bande, mais il faut éviter les interférences ; peut-être pourrait-on prévoir la réduction, dans la soirée, du nombre des émetteurs en fonctionnement, en rapport avec la facilité de propagation plus grande des émissions pendant la nuit.

La conférence de Montreux prévoyait pour la France quatre réseaux synchronisés de stations d'État et admettait une puissance globale de chaque réseau égale au double de la puissance maximum d'une station ordinaire.

La deuxième guerre mondiale a transformé la radio-technique

Ce n'est sans doute pas la guerre de 1914-1918 qui a déterminé réellement l'apparition des appareils de radio à lampes à vide, puis de la radiodiffusion ; elle a pourtant hâté cet avènement. La seconde grande guerre mondiale n'a pas eu des résultats aussi décisifs ; elle a cependant déterminé une évolution

générale des recherches. Les créations actuelles ont été, en général, spécialement imaginées à l'origine en vue de leurs applications militaires ; ce fut le cas, en particulier, des réalisations américaines.

L'appareil radioélectrique le plus remarquable de cette guerre a été le *radar*, dispositif de repérage fonctionnant à l'aide d'ondes ultracourtes, transmises par impulsions (1). Que fallait-il pour réaliser des appareils de radar de plus en plus puissants et précis ? Des modèles de lampes pouvant osciller sur ultra-hautes-fréquences, avec une puissance instantanée de plus en plus grande. De là, l'étude et réalisation des lampes à ondes ultracourtes, des *magnétrons* (2), des *lampes à cavités de résonance* et à *modulation de vitesse*, dont les plus connus sont le *klystron* (2) et le *resnatron* ; de là, aussi, l'étude des méthodes de

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

(2) Voir *Science et Vie*, n° 307, mars 1943, page 134 et n° 338, novembre 1945, page 182.

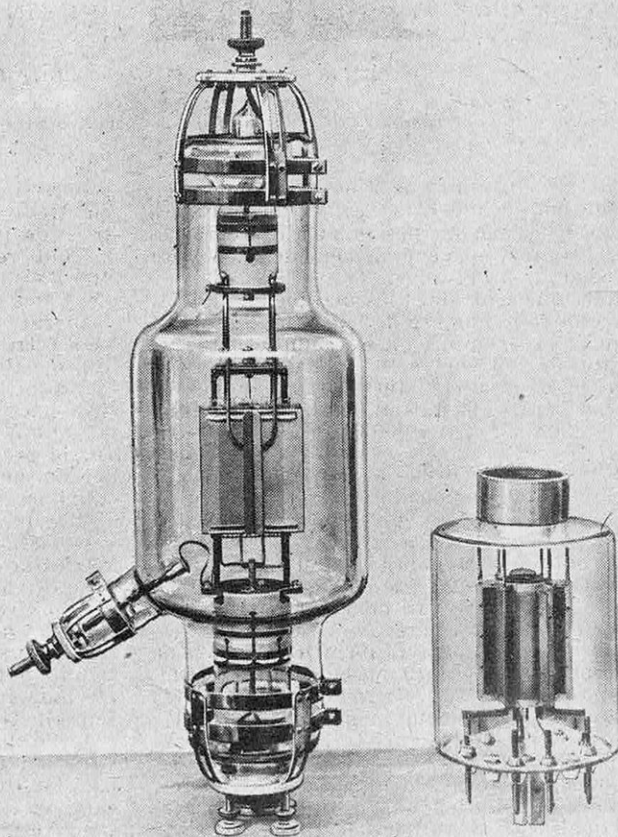


FIG. 2. — L'ÉVOLUTION DES LAMPES D'ÉMISSION

La réduction des dimensions des lampes est générale. On voit ici deux tubes d'émission, tous deux d'une puissance utile de 1 kW, d'ancienne et de nouvelle fabrication (Compagnie des Lampes Mazda).

(1) Voir : « La piézoélectricité et la T. S. F. » (*Science et Vie*, n° 203, mai 1934).

(2) Voir : « Les tendances de la radiodiffusion » (*Science et Vie*, n° 309, mai 1943).

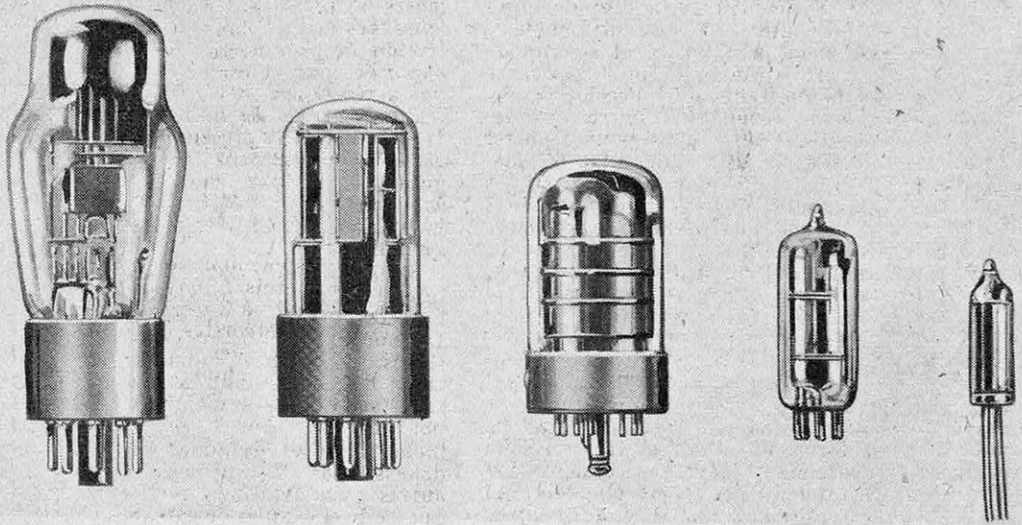


FIG. 3. — LA DIMINUTION CONTINUELLE DES DIMENSIONS DES LAMPES DE RADIO

Depuis 1939, on a réalisé aux États-Unis des lampes de réception de plus en plus réduites. De gauche à droite : un modèle ordinaire moderne à culot « octal », à ampoule de verre; lampe « Bantam », à ampoule cylindrique; modèle à verrouillage; lampe miniature; tube subminiature.

modulation par impulsions, et de nouveaux types d'oscillographes cathodiques.

Une des premières conséquences des recherches entreprises a été ainsi un développement prodigieux de la technique des ondes ultra-courtes. La modulation par impulsions se prête déjà également à diverses applications, et les dispositifs réalisés, véritables câbles hertziens, permettent la transmission simultanée d'un très grand nombre de communications téléphoniques multiplex (1).

Le développement de la modulation en fréquence constitue également une particularité essentielle de la technique radiophonique américaine; bien que n'ayant pas d'applications militaires proprement dites, sauf en ce qui concerne les appareils de guidage par télévision et de télécommande, elle a partout bénéficié des progrès de la technique des ondes courtes et ultra-courtes, puisque des émissions de ce genre s'effectuent exclusivement sur cette gamme d'ondes.

Les services de transmission radiotélégraphiques et radiophoniques ont, d'autre part, été multipliés d'une façon incroyable. Tout navire, tout avion, presque tout véhicule motorisé était pourvu d'un appareil émetteur-récepteur, et l'on avait même réalisé des appareils d'infanterie facilement transportables à la main. Les agents de renseignement utilisaient des appareils de plus en plus réduits, ayant souvent l'apparence d'objets usuels quelconques.

Enfin, la nécessité de réaliser

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

des appareils robustes, pouvant fonctionner dans les conditions les plus difficiles, sous tous les climats, dans les régions arctiques comme dans les pays tropicaux, sur terre, sur mer et dans les airs, a conduit à des créations de pièces détachées de dimensions de plus en plus réduites, insensibles aux variations de température, à l'humidité et aux chocs. On a été amené à étudier de nouveaux procédés d'isolement à l'aide de matières synthétiques, telles que les *silicones* (1), le moulage sous pression des poudres métalliques pour la fabrication des châssis et des aimants permanents.

Transformation de la lampe à vide

Si les montages sont constamment transformés, les principes restent les mêmes, et la lampe à vide en demeure l'élément essentiel. Les appareils de radio sont toujours établis pour les nouvelles lampes, bien plus que les lampes ne sont réalisées pour les nouveaux montages.

A mesure qu'augmente la fréquence sur laquelle sont employées les lampes, c'est-à-dire à mesure que la longueur d'onde de l'émission diminue, les capacités et les selfs des éléments constitutifs de la lampe prennent plus d'importance. Dans les lampes modernes, on doit donc s'efforcer de réduire au minimum la longueur des connexions; les électrodes sont fixées près des sorties des conducteurs, et les ampoules ne ressemblent plus, comme dans les débuts de la radio, à celles des lampes à incandescence, mais à des boîtes

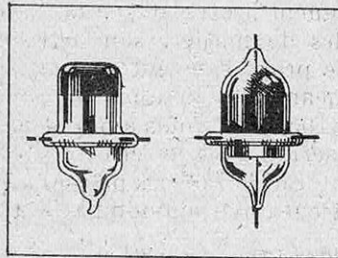


FIG. 4. — LES PREMIÈRES LAMPES MINUSCULES : LAMPE « BOUTON » ET LAMPE « GLAND »

Ces lampes tout verre sans culot étaient employées avant 1939 pour la réception des ondes courtes.

(1) Voir *Science et Vie*, n° 337, octobre 1945, p. 174.

en verre ou métalliques très ramassées (fig. 2).

Les ampoules des premières lampes étaient normalement en verre et scellées sur le pied en verre. lui-même scellé à un culot isolant, auquel étaient adaptées les broches ou ergots de connexion. La substitution du métal au verre a permis d'établir des tubes entièrement métalliques, dont le culot est réduit à l'extrême minimum.

La technique de la construction des tubes dits *tout verre* a fait, d'autre part, des progrès sensibles.

Dès avant la guerre, apparaissaient de nouveaux modèles de tubes, dits *Bantam*, de forme cylindrique, dont l'ampoule n'avait guère que 60 mm environ de hauteur (80 mm avec les broches). Ces lampes comportaient encore une coiffe au sommet, ce qui augmentait légèrement leur encombrement, mais des constructeurs américains réussissaient, vers 1939, à établir des modèles sans capsules, avec des culots de plus en plus réduits, et des lampes dites de la *série S*, dans lesquelles toutes les connexions étaient effectuées par le bas de l'ampoule (fig. 3).

Pendant la guerre, on a étudié, en Europe, la construction de tubes de radio caractérisés par l'emploi de verre comprimé et de broches de traversée épaisses en ferrochrome, permettant de

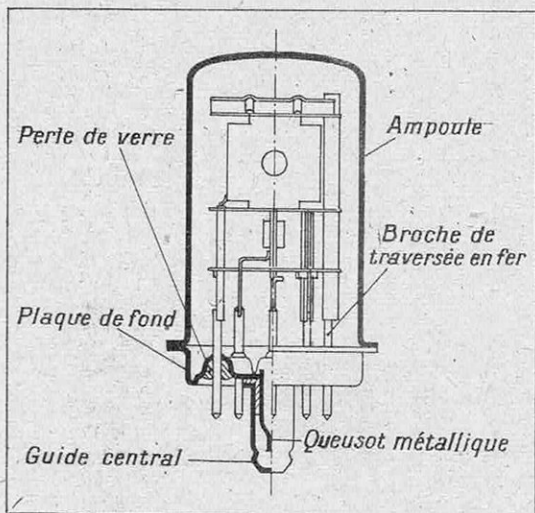


FIG. 5. — LA NOUVELLE LAMPE-CLÉ EUROPÉENNE

Cette lampe, étudiée en Europe par Philips, n'a pas encore été livrée au commerce. Métallique ou tout verre, elle comporte des broches de traversée très épaisses permettant de supprimer le culot, et un guide central servant d'organe extérieur et de blindage entre la broche d'anode et celle de la grille de commande. Ce guide central permet le verrouillage sur le support, d'où le nom de tube-clé.

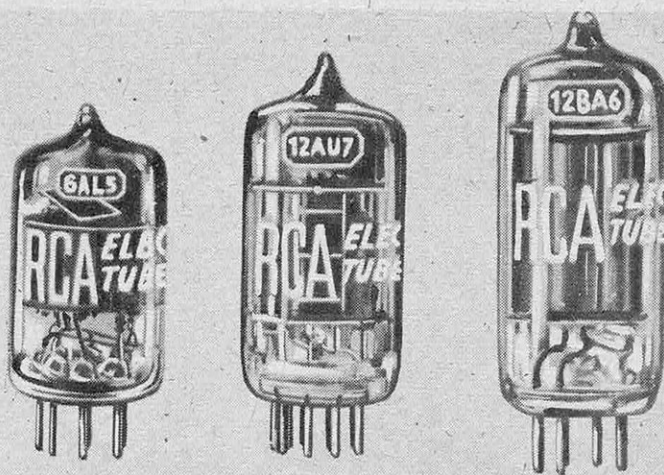


FIG. 6. — LAMPES MINIATURES (R. C. A.)

Ces lampes tout verre, représentées en grandeur réelle, ont 10 mm de diamètre et 53 mm de hauteur environ. La première est une diode détectrice pour modulation de fréquence ; la seconde est une triode double à 9 broches ; la troisième est une pentode pour amplification haute fréquence.

supprimer le culot, et comportant un guide central à verrouillage qui leur avait valu le nom de *tubes-clés*. Ces *tubes-clés* tout verre n'ont pas encore été lancés dans le commerce français, mais le seront, sans doute, dans un avenir plus ou moins rapproché (fig. 5).

Lampes miniatures et subminiatures

Mais, les raisons que nous avons exposées plus haut ont poussé les constructeurs à réaliser des modèles de plus en plus minuscules.

Cette recherche de la réduction des dimensions n'est sans doute pas nouvelle. Il y a une vingtaine d'années, la Western Electric construisait déjà des tubes de la dimension du pouce, avec filaments à chauffage direct, pour l'équipement des postes téléphoniques spéciaux, ou d'appareils d'amplification minuscules pour la prothèse auditive. A partir de 1940, les Américains ont repris cette idée, mais avec de nouveaux moyens industriels. Pour les ondes très courtes, au-dessous du mètre, existaient déjà, avant la guerre, les lampes « glands » (*acorn*) appelées ainsi à cause de leur forme, et dont les sorties de connexion sont effectuées vers le tiers inférieur de l'ampoule par des broches latérales : ces lampes fonctionnent jusque vers 50 cm environ de longueur d'onde (fig. 4).

Les besoins nés de la guerre ont amené la création d'un très grand nombre de lampes miniatures et de lampes « cacahuètes » (*peanuts*) ; il en existe au moins une cinquantaine de types différents. Ce sont généralement des tubes à chauffage direct. Le diamètre constant des lampes miniatures est de 19 mm et leur hauteur varie entre 67 mm et 45 mm, en tenant compte des broches (fig. 6) ; le socle de verre très résistant est en une seule pièce à base renforcée ; les sept broches, reliées directement aux électrodes, sont formées par des fiches en fil de cuivre rigide de 4 mm de longueur, de 1 mm de diamètre et disposées sur un cercle de 10 mm environ ; il n'y a pas de connexion au sommet de l'ampoule. La consom-

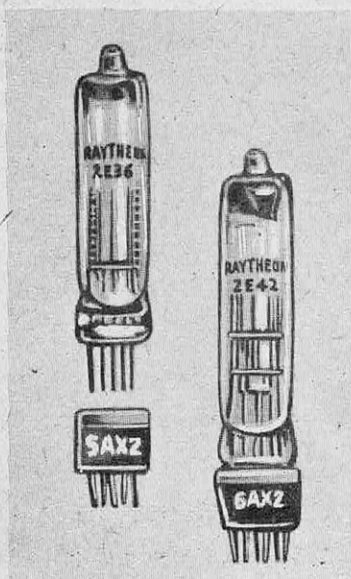


FIG. 7. — LAMPES SUBMINIATURES AVEC LEURS SUPPORTS EN GRANDEUR NATURELLE (LAMPES RAYTHEON)

que 15 à 20 milliampères, avec une puissance de sortie de 270 milliwatts.

A cette première série de lampes miniatures se sont ajoutées les lampes *subminiatures*, vraiment lilliputiennes, établies tout d'abord en vue d'équiper les appareils minuscules destinés aux fabrications de guerre. Ce sont des tubes aplatis, de section ovale, pesant 3,2 g, d'épaisseur inférieure à 8 mm et dont la longueur varie entre 31 et 38 mm. Leur filament est si fin qu'un million de filaments ne pèsent pas plus de 4 g. Les fils de connexion sortent directement de la base de l'ampoule ; souvent, on ne prévoit pas de support ; les broches sont soudées directement aux connexions (fig. 7 et 8). La tension de chauffage est de 1,25 V, avec intensité comprise entre 30 et 50 milliampères seulement ; la tension-plaque est de 22,5 V, avec intensité comprise entre 0,2 et 0,4 milliampère.

Ces lampes miniatures et subminiatures n'ont pas encore fait leur apparition en Europe ; certains constructeurs européens ont déjà étudié et mis au point leur fabrication, mais, par suite des difficultés actuelles, ne peuvent encore les présenter dans le commerce. On en trouve seulement quelques-unes provenant des stocks.

En dehors des usages militaires, ces modèles seront précieux pour des applications particulières, par exemple la réalisation de postes émetteurs-récepteurs minuscules à ondes courtes, l'équipement d'amplificateurs très réduits pour la prothèse auditive, les installations microphoniques ou téléphoniques, les recherches techniques et scientifiques.

L'emploi de lampes de dimensions réduites sur des récepteurs radiophoniques ordinaires à batteries, ou même sur secteur, offre également des avantages ; il permet de réduire la longueur des connexions, évite le resserrement des tubes, l'échauffement et les interférences, diminue les difficultés du blindage, réduit la consommation.

mation de ces tubes est très faible, la tension de chauffage est de l'ordre de 1,4 V, et l'intensité de 50 milliampères pour les amplificatrices, et 100 milliampères pour les lampes de puissance ; la haute tension est de 45 à 90 V avec une intensité totale qui n'excède pas, généralement, 2,5 milliampères, et 10 milliampères pour les lampes de puissance. Il devient ainsi possible d'établir un montage de 4 lampes n'exigeant

Récepteurs miniatures et subminiatures

Les premiers récepteurs faisant usage de lampes miniatures et subminiatures ont été réalisés uniquement dans des buts militaires ; ils avaient reçu les noms de *walkie-talkie*, *handie-talkie*, et *para-talkie*.

Le premier en date, le *walkie-talkie*, a la forme d'une boîte plate que l'on met sur le dos, comme un sac de camping. L'opérateur utilise des écouteurs et place le microphone dans sa poche ; une courte antenne rigide est fixée à la boîte.

Le *handie-talkie*, ou parleur de main, est un petit émetteur-récepteur portatif encore beaucoup plus réduit. Le microphone et l'écouteur sont fixés au boîtier lui-même, qui a les dimensions d'une bouteille thermos ; quand on ne s'en sert pas, on le porte sur l'épaule, à l'aide d'une bretelle, comme un appareil photographique. Cet appareil réduit peut être placé dans un sac à main, ou même dans une poche de pardessus ; il est équipé avec des tubes subminiatures, sa

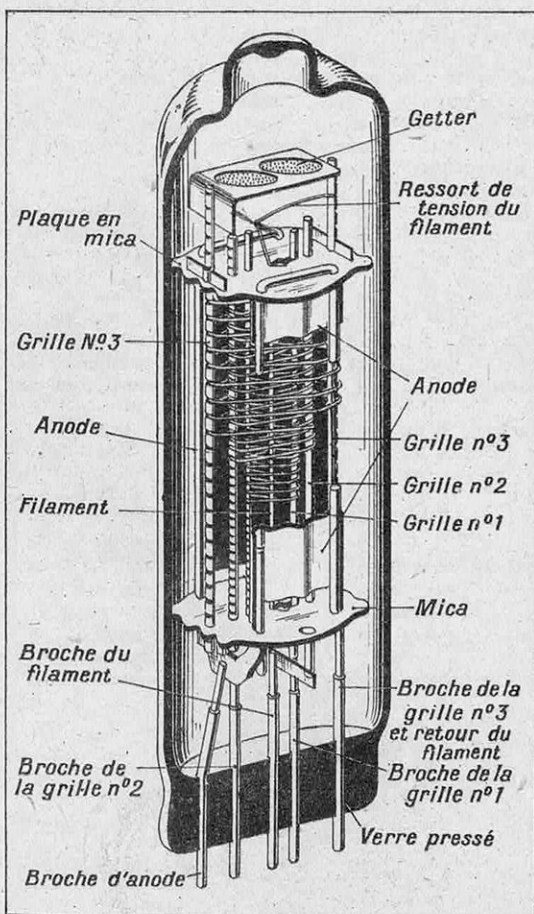


FIG. 8. — COUPE TRÈS AGRANDIE D'UNE LAMPE SUBMINIATURE

L'ampoule n'a que 30 mm de hauteur et 7 mm d'épaisseur. Les broches étamées sont scellées dans le verre comprimé qui forme la base de l'ampoule. On voit à la partie supérieure le getter, pastille servant à améliorer le vide de la lampe. Sur le dessin, la partie médiane de l'anode est supprimée pour montrer les grilles ; le filament est connecté à la grille n° 3.

portée est de quelques kilomètres en ondes courtes.

Pour les parachutistes, auxquels ce dispositif à antennes courtes et rigides ne convenait pas, on a créé un petit poste à 3 lampes, contenu avec sa batterie dans un coffret, qui, gros comme une boîte de fromage, se porte sous l'aisselle; c'est le *para-talkie*. Les écouteurs sont fixés au casque et le microphone à la jugulaire; l'antenne est un morceau de tresse métallique souple fixée par un ressort à la botte du parachutiste.

Tous ces appareils ont rendu les plus grands services; ils ont assuré le succès des opérations de débarquement et ont aidé la résistance dans tous les pays.

Sous une forme identique, ou du moins très peu modifiée, ils ont reçu des applications pacifiques. On les adopte, dès à présent, dans les services administratifs, la police et l'armée; on les place sur des motocyclettes, des automobiles et des autobus; on en utilise pour des usages privés et on peut même les employer pour des retransmissions téléphoniques.

Certains modèles sont réalisés sous une forme vraiment stupéfiante par leur réduction. Le plus récent d'entre eux comporte simplement un microphone, dans le manche duquel sont placées les piles d'alimentation; la lampe d'émission est du type subminiature, et les circuits d'accord à ondes très courtes sont formés par des bandes argentées, imprimées, en quelque sorte, sur la lampe elle-même. Tout l'appareil mesure 25 cm de long et 6 cm de diamètre; sa portée est évidemment limitée, mais il fonctionne parfaitement (1).

(1) Voir : « Postes de radio miniatures » (*Science et Vie*, n° 361, octobre 1947).

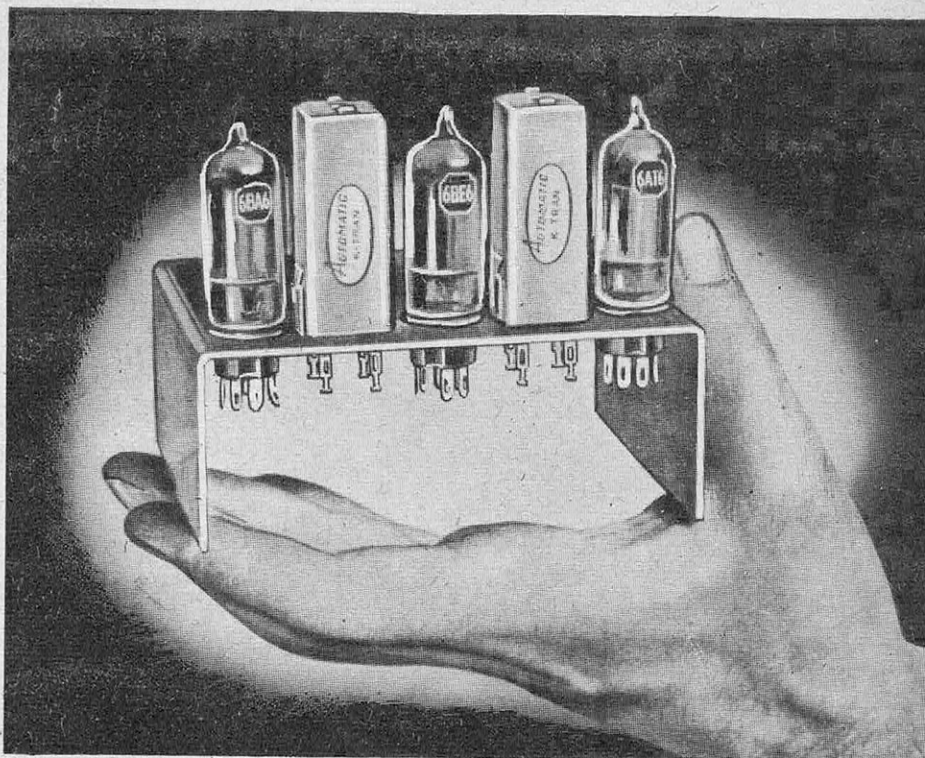


FIG. 9. — CHASSIS D'UN POSTE MINIATURE AMÉRICAIN : LA MAIN DE L'OPÉRATEUR MET EN ÉVIDENCE SES DIMENSIONS RÉDUITES

En France, on emploie déjà, dans certains services publics, et en particulier dans les gares de triage, des émetteurs-récepteurs portatifs en liaison avec un centre de contrôle. De tels dispositifs seront également adoptés, paraît-il, dans les studios de télévision et même de cinéma, pour diriger les mises en scène comportant un grand nombre de personnages. Les règlements administratifs concernant l'émission radiophonique s'opposent cependant à une grande diffusion pour des usages privés.

La clientèle de la radiodiffusion s'intéresse évidemment surtout aux récepteurs; les statistiques américaines montrent le développement constant de la fabrication d'appareils miniatures et des postes alimentés par batteries dont les prévisions de fabrication annuelle se chiffrent par millions.

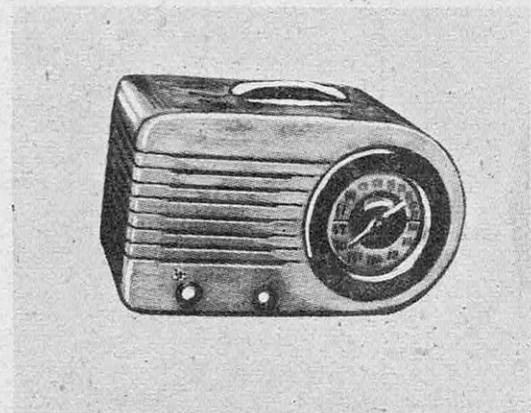


FIG. 10 ET 11. — DEUX MODÈLES RÉCENTS DE RÉCEPTEURS ÉTRANGERS

A gauche, un poste miniature américain monogramme; à droite, une valise américaine renfermant un poste à cadre intérieur et à alimentation universelle.

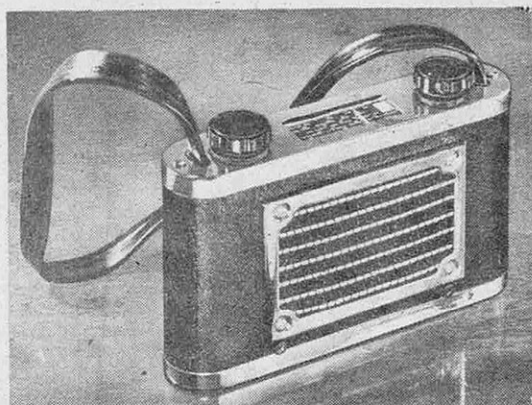
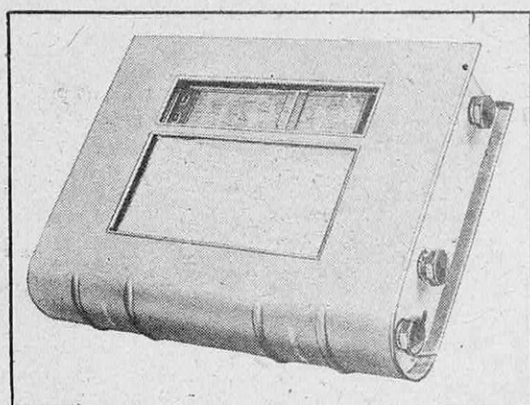


FIG. 12 ET 13. — DEUX RÉCEPTEURS FANTAISIE: LIVRE PARLANT (CELARD-ERGO) ET SAC A MAIN (ROMAC « PERSONAL »)
La courroie du sac à main renferme l'antenne.

Le petit *poste miniature* courant à six lampes donne les mêmes résultats qu'un ancien poste à 7 lampes ; il est équipé avec un haut-parleur de 11 à 12 cm de diamètre au maximum, et son boîtier est en matière plastique (fig. 10). Le petit *poste personnel*, ou *récepteur de poche*, que l'on peut mettre en poche comme un appareil Vest-

Pocket, et dont le prototype est le *Pee-Wee*, n'a guère que 20 cm de long sur 7 cm de large, et une épaisseur de 2 cm à 5 cm, son poids est inférieur à 2 kg. Le plus récent, équipé avec 4 lampes miniatures, a l'aspect d'une petite boîte de cigares en métal chromé poli, mesurant 78 mm de hauteur, 102 mm de largeur, et 150 mm de longueur ; il permet la réception des émissions sur petites ondes de 195 à 550 m (fig. 9).

En Angleterre, des appareils portatifs très sensibles, équipés avec des lampes miniatures, ont l'apparence d'un petit sac de dame, avec antenne dans la courroie (fig. 13).

Les lampes subminiatures décrites plus haut, et dont la construction a exigé de véritables prodiges industriels, ont permis pendant la guerre la réalisation d'émetteurs-récepteurs dont les dimensions confondent presque l'imagination. Ces appareils, montés sur des obus, des fusées ou des appareils télécommandés, ont été réalisés grâce à la méthode nouvelle d'impression des connexions, des selfs et des résistances sur plaques de stéatite.

Cette méthode peut être adaptée à la construction d'appareils subminiatures destinés à des usages civils, et des essais ont été entrepris dans ce sens ; ils ont été très gênés, jusqu'à présent, par la pénurie de pièces détachées, et, en particulier, de haut-parleurs, qui se fait encore sentir aux États-Unis. Un appareil a cependant été construit, qui se présente à peu près sous la forme d'une lampe électrique de poche (fig. 14) ; il ne

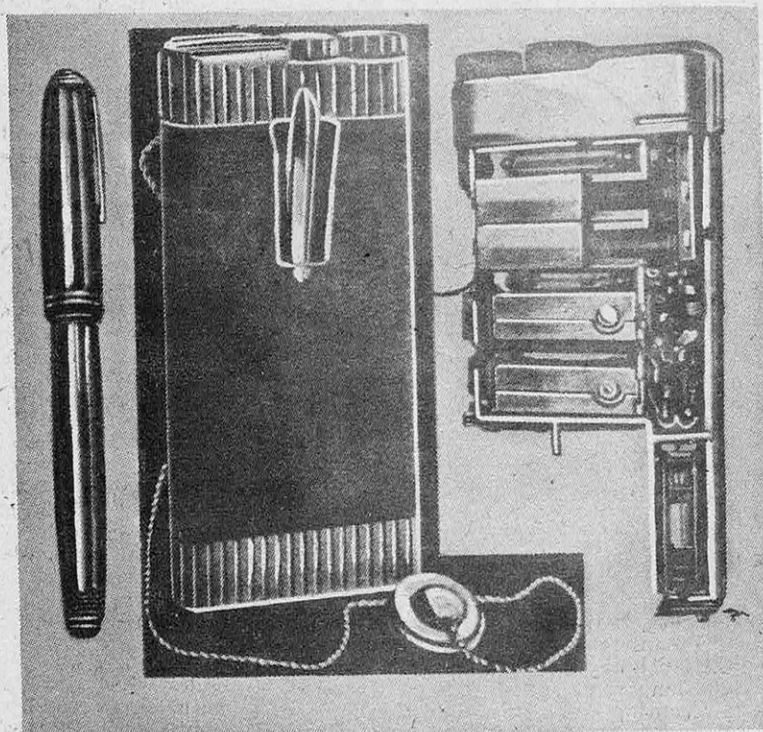


FIG. 14. — UN DES PLUS PETITS APPAREILS RÉCEPTEURS DU MONDE, LE « BELMONT BOULEVARD »

Ce récepteur à 5 lampes, qui n'est pas plus haut qu'un stylographe, ne fonctionne pas en haut-parleur, mais il possède les perfectionnements d'un modèle ordinaire. Sur la vue de droite, représentant l'intérieur de ce récepteur, on remarque l'espace libre dans lequel sont logées la batterie de 2 V rechargeable, dont la durée de décharge en service continu dépasse trois heures, pour le chauffage des filaments, et la batterie de 45 V d'une durée de cinquante heures.

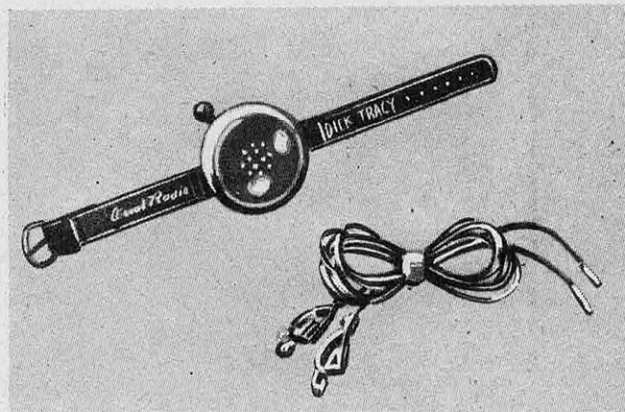
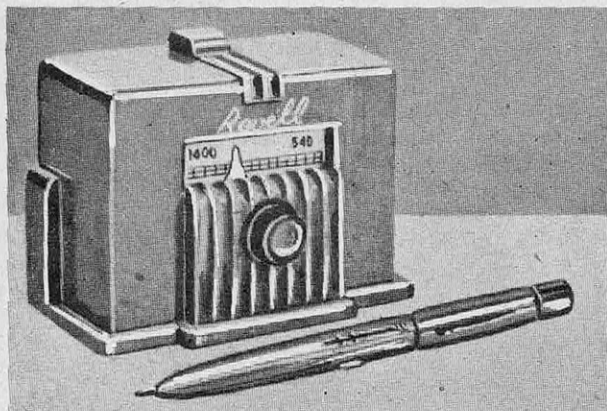


FIG. 15 ET 16. — RÉCEPTEUR MINIATURE DE BUREAU, DONT LA PLUS GRANDE DIMENSION N'EXCÈDE PAS CELLE D'UN D'UN PORTE-MINE (REVELL) ET RÉCEPTEUR MINIATURE MONTÉ SUR UN BRACELET-MONTRE (DA-MYCO « DICK TRACY »)

Ces deux récepteurs comportent un détecteur à cristal et ne possèdent ni lampes ni batteries d'alimentation. Ils exigent des antennes bien isolées et de bonnes prises de terre. L'audition s'effectue à l'aide d'écouteurs. Avec le bracelet, qui porte son écouteur, la recherche des postes s'effectue en tournant le bouton du remontoir; ce dernier récepteur comporte un détecteur type radar au germanium et peut être simplement branché sur une prise de courant, le secteur jouant le rôle d'antenne.

mesure que 120 mm de haut, 75 mm de large, et son poids est inférieur à 300 g, batteries comprises; il est équipé avec 5 lampes subminiatures Raytheon, et, en particulier, avec une lampe changeuse de fréquence de section ovale comprenant, entre deux parois de verre éloignées de 7 mm, la cathode, 5 grilles, et la plaque. La batterie minuscule employée pour le chauffage des filaments suffit à assurer le fonctionnement continu des 5 lampes de l'appareil pendant 3 h 20 mn, et la durée est plus grande pour un fonctionnement intermittent. La batterie de haute tension peut servir pendant 40 à 50 heures; on en construit même qui peuvent durer 100 heures. La puissance de sortie, de l'ordre de 10 à 25 milliwatts, est suffisante pour actionner un écouteur téléphonique ordinaire.

Pour réaliser de tels montages, il a fallu utiliser des pièces détachées spécialement étudiées, des condensateurs tubulaires en papier, d'une longueur et d'un diamètre extrêmement faibles, des résistances de longueur inférieure à 1 cm. La construction de tels appareils vient de commencer en France, du moins sous une forme modeste et à l'aide des pièces détachées disponibles.

Appareils « monogammes » ou « polygammes »

Le problème de la construction des radio-récepteurs ne se pose pas de la même manière en Europe et aux États-Unis. Outre-Atlantique, il n'y a pas, en effet, de postes à ondes longues et, si l'on considère comme inutile la réception des ondes courtes, on n'a à considérer qu'une seule gamme essentielle de 195 à 550 m environ. Il est possible ainsi de réaliser des postes simplifiés « monogammes ».

En France, les longueurs d'onde prévues avant guerre s'échelonnaient normalement entre 10 et 1 950 m environ, correspondant à des fréquences de 16 000 à 150 kilocycles. Mais le poste national à ondes moyennes n'a pas encore été remis en

fonctionnement et les émissions sur petites ondes, entre 200 et 580 m sont les plus nombreuses et les plus écoutées. Certains techniciens avaient donc songé à établir des appareils simplifiés « monogammes », de prix relativement réduit; en fait, il n'en existe pas jusqu'à présent.

Le récepteur moyen comprend 3 gammes de longueurs d'onde: ondes courtes, petites ondes et grandes ondes. Les usagers difficiles peuvent reprocher à cette solution l'adoption d'une seule gamme d'ondes courtes, permettant difficilement d'obtenir une sensibilité constante sur le bas et sur le haut de la bande de fréquences considérée. On a donc réalisé des modèles assez nombreux, comportant 2 gammes d'ondes courtes, soit, au total, 4 gammes de longueurs d'onde, et, enfin, sur certains modèles de qualité, on a été amené à prévoir une gamme supplémentaire en petites ondes pour améliorer le rendement sur cette gamme de fréquences essentielle pour l'auditeur moyen. On a ainsi le « poste 5 gammes », modèle de luxe actuel.

Cette solution est appliquée avec des cadrans de repère, généralement appliqués sur verre, comportant des graduations rectilignes en noms de stations et en fréquences. Les échelles, de plus en plus étendues, peuvent occuper toute la largeur du boîtier de l'appareil, ce qui facilite la lecture et augmente la précision du réglage.

La réception des ondes courtes et les bandes étalées

L'intérêt immédiat des ondes courtes, pour l'auditeur moyen, semble actuellement moins grand, mais la réception des émissions lointaines ne peut être obtenue dans de bonnes conditions en dehors de cette gamme.

Une difficulté se présente, lorsqu'on veut établir un appareil pour ondes courtes à la fois sensible, sélectif, et précis; c'est le problème des échelles de repère. Sur un cadran de poste ordinaire, portant un certain nombre d'échelles, généralement de couleurs différentes, en nombre

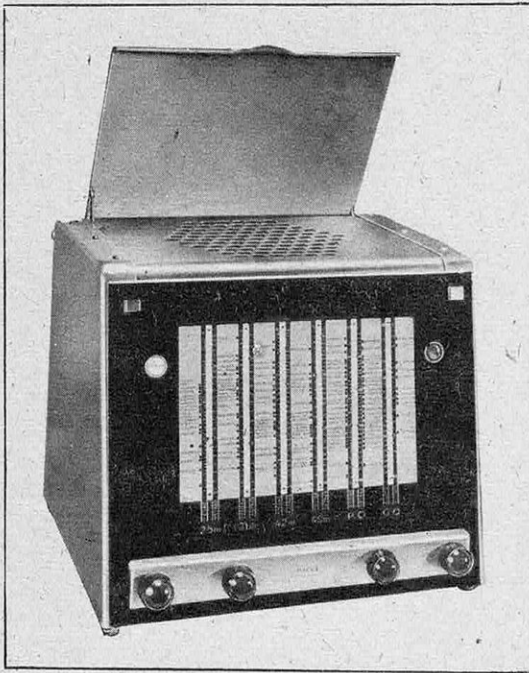


FIG. 17. — RÉCEPTEUR FRANÇAIS A SIX GAMMES D'ONDES

Ce récepteur comporte quatre bandes d'ondes courtes étalées de 25, 31, 42 et 49 m de longueur moyenne. Le grand cadran de repère en plexiglas porte les 6 échelles verticales, toutes de même hauteur (Mildé type 2 000).

égal à celui des gammes de réception, le développement géométrique de ces échelles est le même pour toutes les gammes ; parfois même l'échelle réservée aux ondes courtes est la moins longue. Cette disposition est absolument illogique. Pour chaque émission, il faut réserver, on le sait, une certaine bande de fréquences, s'étendant sur une largeur de 8 à 10 kilocycles ; l'importance rela-

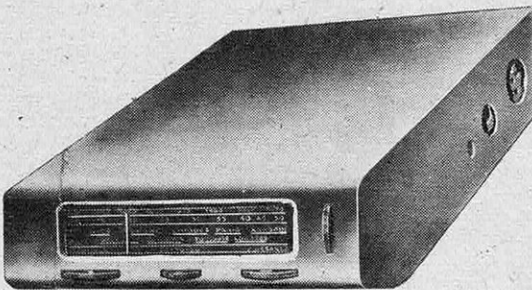


FIG. 19. — UN RÉCEPTEUR MODERNE POUR AUTOMOBILE

Depuis la fin des hostilités, l'usage de postes-auto est de nouveau autorisé. Le poste-auto actuel est contenu généralement dans un coffret métallique de petites dimensions avec un grand cadran de repère frontal. Le haut-parleur est incorporé ou distinct, l'alimentation en haute tension est obtenue au moyen d'un vibreur électromécanique entraîné par la batterie d'accumulateurs de la voiture. L'emploi d'un étage d'amplification haute fréquence et d'éléments antiparasites évite le bruit de fond et les perturbations.

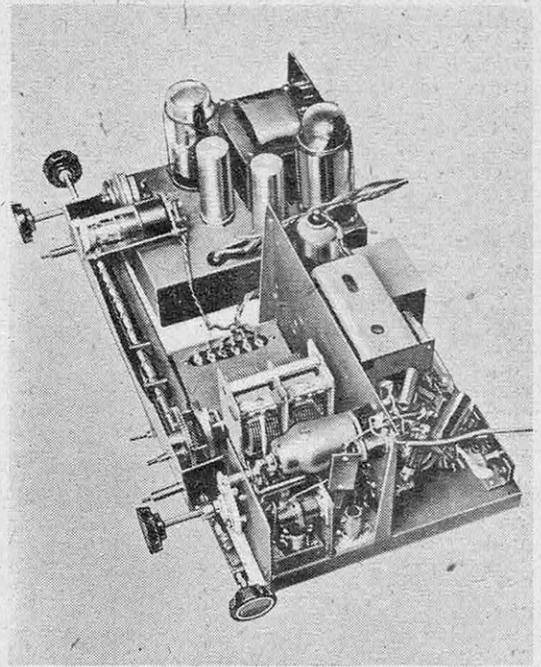


FIG. 18. — DISPOSITION INTÉRIÈRE D'UN POSTE RÉCEPTEUR MODERNE

La disposition des pièces de montage et des lampes, la réduction et la simplification des connexions ont une importance essentielle pour le bon rendement des radio-récepteurs (Poler).

tive de cette bande par rapport à la fréquence porteuse de l'émission diminue évidemment lorsque cette fréquence augmente, c'est-à-dire lorsque la longueur d'onde diminue. Sur la gamme des ondes courtes, qui présente un grand écart de fréquences, le nombre des émissions simultanées peut ainsi devenir beaucoup plus grand ; pourtant, sur un cadran ordinaire, la place réservée à l'échelle de repère n'augmente pas, et il devient impossible d'inscrire les stations. Cette difficulté a amené à envisager un fractionnement de la gamme totale des ondes courtes, en réservant à chacune de ses parties une échelle de réglage d'une longueur égale à celle des gammes de réception petites ondes et grandes ondes. C'est le procédé de construction, dit des bandes étalées, (*band-spread*), dont le principe était connu depuis le début de la T. S. F., mais dont la réalisation est ainsi nouvelle. La gamme petites ondes s'étend, en fait, sur une largeur de 960 kilocycles, alors que les bandes étalées ne s'étendent souvent que sur une largeur de 500 kilocycles et souvent moins.

Ce perfectionnement, appliqué sur les récepteurs de luxe, est très apprécié par les auditeurs moyens. Le fractionnement de la bande des ondes courtes peut être réalisé en 4, ou même en 6 gammes (fig. 17).

Pour une clientèle, assez étendue, d'auditeurs difficiles presque devenus des professionnels, on a réalisé, aussi bien aux États-Unis qu'en France, des récepteurs à ondes courtes, dits récepteurs de trafic, d'une construction particulièrement soignée, comportant non seulement le réglage par

bande étalée, mais, en outre, certains dispositifs particuliers : amplification haute fréquence avant le changement de fréquence, sélectivité variable, contrôle de la sélectivité par quartz piézoélectrique, réglage séparé de la sensibilité haute fréquence, etc.

Tous ces appareils permettent normalement la réception des émissions jusque vers 13 m de longueur d'onde, et certains descendent même jusque vers 5 m.

Postes-batteries et universels, postes-auto

La construction des postes-batteries en valise portable n'a jamais pris, en France, le même développement qu'en Amérique ou même qu'en Angleterre, pays dans lesquels de nombreuses régions continuent à être privées de distribution électrique. Ces appareils comportent généralement un cadre intérieur à la valise et pouvant être adapté à une antenne auxiliaire. Un dispositif visuel témoin indique à l'usager la mise en fonctionnement de l'appareil pour éviter l'usure inutile des piles. L'utilisation des lampes de modèles réduits assure, d'ailleurs, une longue durée de service.

Le *poste universel*, fonctionnant à volonté sur piles ou sur secteur, attire maintenant l'attention des sans-filistes français. Une première solution consiste à remplacer les piles par une boîte d'alimentation sur secteur, à courant redressé à l'aide de cellules à l'oxyde de cuivre, et filtré ensuite au moyen de condensateurs de grande capacité ; c'est là une solution très ancienne, mais elle a été modernisée. Beaucoup de constructeurs américains ont adopté une disposition plus simple : les batteries de piles d'alimentation restent toujours connectées, quel que soit le mode d'alimentation ; elles sont ainsi traversées par ce courant redressé et filtré ; c'est ce qu'on appelle le montage à *batteries flottantes*.

Malgré le progrès de la construction des *postes-batteries*, leur rendement ne peut toujours être aussi satisfaisant que celui des appareils fonctionnant sur le secteur, et, en particulier, la lampe de sortie ne peut assurer un volume aussi grand, sans exiger une tension et une intensité d'alimentation prohibitives. Sur certains modèles, on emploie donc deux lampes de sortie séparées, la première à faible consommation, fonctionnant uniquement sur batteries, la deuxième du type ordinaire pour fonctionnement sur le secteur. Le changement de connexions est réalisé automatiquement par un commutateur batterie-secteur.

Pendant les hostilités, l'usage des *postes sur automobile* (fig. 19) était interdit aux particuliers. Désormais, les avantages de ces appareils attirent de nouveau l'attention d'une clientèle nombreuse et la technique de leur construction a pu être transformée d'après les enseignements de l'étranger. Les lampes employées sont généralement du type ordinaire à chauffage indirect ; l'encombrement et le poids ont beaucoup moins d'importance que pour un poste portatif proprement dit. Les filaments sont montés en parallèle, en général, et chauffés par la batterie d'accumulateurs de la voiture, de 6 ou 12 V. L'alimentation haute tension est réalisée au moyen de vibreurs électromagnétiques, produisant des impulsions rendues plus ou moins sinusoïdales, et redressées par une valve ordinaire à vide, ou un redresseur à l'oxyde de cuivre ou au sélénium. Pour éliminer les parasites haute fréquence engendrés par les

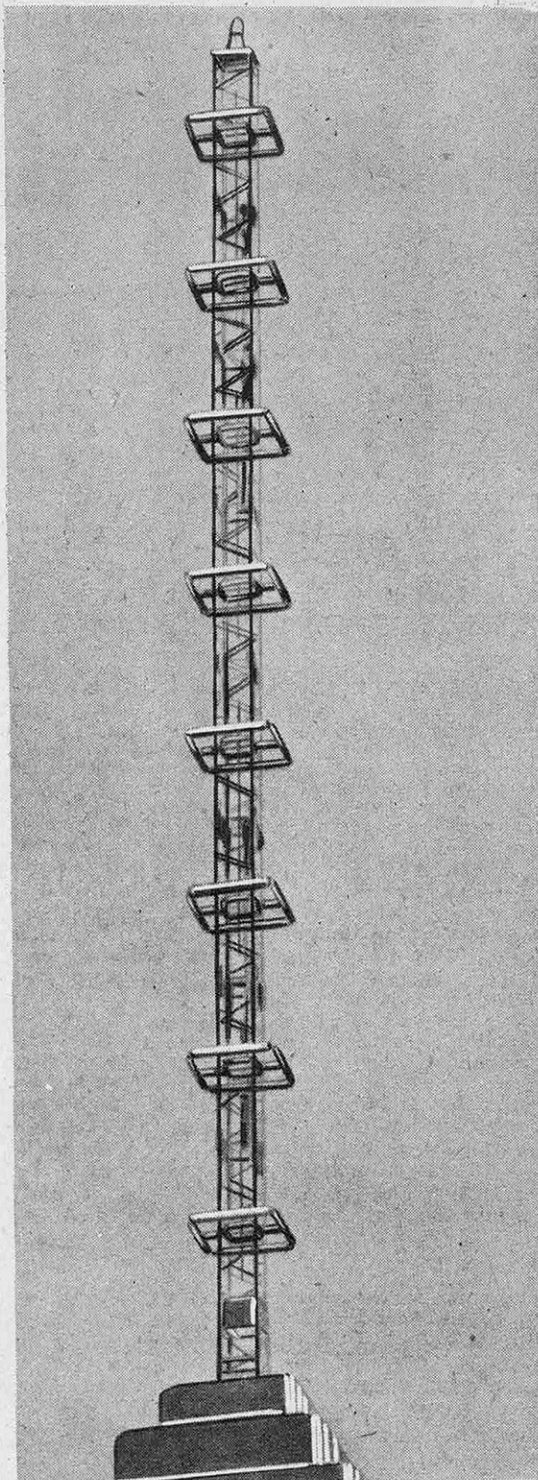


FIG. 20. — L'ANTENNE DE L'ÉMETTEUR A MODULATION DE FRÉQUENCE DE MINNEAPOLIS (ÉTATS-UNIS)

La portée de cet émetteur de 3 kW, dont l'antenne de 24 m est érigée sur le plus haut building de Minneapolis, atteint 240 km (Federal Tel-and Radio Corp.).

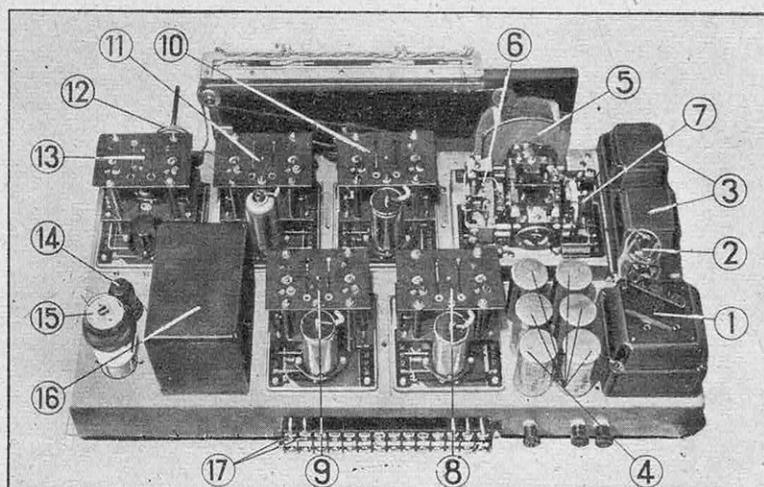


FIG. 21. — LE RÉCEPTEUR A MODULATION DE FRÉQUENCE R-293

Ce récepteur de la Radiodiffusion française, construit par les établissements Sadir-Carpentier, est le premier de ce genre employé en Europe. C'est un appareil à 10 lampes qui permet de démontrer les avantages de ce mode de transmission : audition très fidèle des notes musicales graves et aiguës, élimination des perturbations. Il ne comporte que deux boutons de réglage ; l'un permet de faire varier le volume sonore, l'autre assure la recherche des émissions, entre 4 m et 6 m de longueur d'onde (75 à 50 mégacycles). 1, transformateur d'alimentation ; — 2, redresseur d'alimentation (valve) ; — 3, deux cellules de filtrage (sels à fer) ; — 4, six condensateurs électrolytiques d'alimentation ; — 5, condensateur d'accord ; — 6, étage HF ; — 7, oscillateur local HF ; — 8, 1^{er} étage amplificateur MF ; — 9, 2^e étage amplificateur MF ; — 10, 3^e étage amplificateur MF ; — 11, étage limiteur-écrêteur ; — 12, potentiomètre ; — 13, étage discriminateur ; — 14, 1^{er} étage amplificateur BF ; — 15, 2^e étage amplificateur BF ; — 16, transformateur BF ; — 17, prise haut-parleur.

appareils d'allumage, on emploie des boîtiers convenablement blindés, des câbles de liaison à gaine métallique mise à la masse, des antennes extérieures télescopiques, et des dispositifs anti-parasites (en particulier, des résistances d'amortissement placées en série dans les fils de bougie).

La modulation en fréquence

Jusqu'à ces dernières années, toutes les stations de radiodiffusion avaient recours au procédé de modulation en *amplitude*, dans lequel on sait que les vibrations basse fréquence des sons musicaux et des paroles recueillis par le microphone sont « imprimées » sur une onde porteuse entretenue dont l'amplitude suit ces vibrations. Ce procédé oblige à réserver, de part et d'autre de la fréquence nominale, d'une station une bande de brouillage d'autant plus large que l'on cherche à transmettre des fréquences musicales plus élevées, c'est-à-dire à améliorer la qualité artistique de l'émission. Quels que soient les perfectionnements apportés aux émetteurs et aux récepteurs, il est donc impossible d'effectuer des transmissions à haute fidélité sans réduire le nombre des émetteurs, pour que leurs bandes de brouillage respectives n'empiètent pas les unes sur les autres. A la réception, on ne peut éliminer complètement les parasites industriels ou atmosphériques et les effets de *fading*.

La modulation en *fréquence* a été surtout étudiée pratiquement aux États-Unis, depuis une quinzaine d'années, par le major E.-H. Armstrong, l'inventeur de la super-réaction. Le principe en est connu depuis longtemps ; il consiste

à traduire les variations du courant microphonique, non plus en variations d'amplitude de l'onde porteuse, mais en variations de sa fréquence autour d'une valeur moyenne, l'amplitude restant constante. Les émetteurs de ce genre couvrent une bande de fréquences dont la largeur est de l'ordre de 100 kilocycles, contre 9 kilocycles pour les stations classiques. Cette particularité entraîne l'emploi d'ondes très courtes et seule la transmission directe dans une zone relativement peu étendue autour du poste émetteur est possible. Par contre, on peut transmettre des notes musicales très aiguës, dont la fréquence peut dépasser 10 kilocycles, et les récepteurs sont peu sensibles aux variations d'amplitude et, par suite, aux perturbations dans les conditions de propagation. L'influence des parasites industriels est aussi peu sensible.

Aux États-Unis, la modulation de fréquence est, dès à présent, entrée dans la pratique industrielle et commerciale ; plus de 800 stations ont déjà été autorisées (fig. 20). Ces stations étaient, jusqu'à présent, établies surtout dans les centres urbains. Désormais, les campagnes seront également desservies par des stations rurales, et la durée envisagée pour les émissions journalières a été portée de 6 à 10 h.

La réception exige l'emploi d'appareils particuliers ; mais on peut établir des adaptateurs, conçus pour la transformation des récepteurs ordinaires, et il existe des appareils mixtes amplitude-fréquence.

Il existe déjà des prototypes français des appareils de ce genre, qui constituent les premiers utilisés en Europe : ce sont des appareils couvrant la gamme de 4 à 7 m, et destinés, en principe, à assurer la reproduction des fréquences musicales, comprises entre 50 et 15 000 cycles, avec dispositif limiteur réduisant efficacement l'action des parasites. La manœuvre de ces récepteurs est très simple : il n'y a que deux boutons de réglage, celui de la recherche des émissions, et celui du réglage de l'intensité sonore (fig. 21).

Les auditeurs de la région parisienne peuvent déjà apprécier les avantages de cette solution. Dès janvier 1945, une station d'essai a été installée, à Paris, à la porte de Vanves. Le premier émetteur utilisé a une puissance de 500 W ; il peut fonctionner sur une gamme de fréquences de 43 à 60 mégacycles, soit sur une longueur d'onde de 5 à 7 m ; en fait, la longueur d'onde actuelle est de 5,15 m. Bientôt, une émission beaucoup plus puissante, de 5 kW, sera effectuée à partir du Poste Parisien.

L'URANIUM, MATIÈRE PREMIÈRE DE L'INDUSTRIE ATOMIQUE

par Maurice-E. NAHMIA
Docteur ès Sciences, Ph. D.

Le principal intérêt qui s'attachait à l'uranium avant la guerre résidait dans la très petite quantité de radium (1 g pour 3 t) que renferment ses minerais et dont l'extraction exigeait des opérations compliquées et coûteuses. Depuis la découverte de cet élément par Pierre et Marie Curie, on avait isolé environ un kilogramme de radium, dont le prix s'élevait à quelq. 25 000 dollars le gramme. Aujourd'hui, l'uranium a cessé d'être considéré comme un sous-produit sans grande valeur de l'industrie du radium. Il est devenu la matière première de l'Industrie Atomique qui exige des centaines de tonnes de ce métal à un très haut degré de pureté. L'exploitation des mines d'uranium et la prospection de nouveaux gisements n'ont jamais été aussi actives, et, grâce à la mise au point d'une métallurgie entièrement nouvelle, non seulement l'uranium a cessé d'être un métal rare, mais le coût de sa préparation est relativement peu élevé.

Les « piles » atomiques, qui sont appelées, dans un avenir plus ou moins proche, à effectuer au moins partiellement la « relève » des sources d'énergie thermique, immobilisent d'importantes quantités d'uranium, qui se chiffrent par plusieurs dizaines de tonnes pour une seule pile.

En leur sein s'opère la synthèse du plutonium, dont on sait qu'une des deux bombes lâchées sur le Japon avant sa capitulation était constituée, l'autre étant composée essentiellement d'uranium 235, un des isotopes (1) entrant seulement pour 0,7 p. 100 dans le mélange d'isotopes constituant l'uranium naturel. L'isolement de cet uranium 235 est une opération très difficile, puisqu'il s'agit d'un élément possédant les mêmes propriétés chimiques que les autres isotopes, en particulier l'uranium 238, le plus abondant, et n'en différant que légèrement par le poids atomique. Une des méthodes mises en œuvre dans ce but fait appel à des batteries de diffuseurs de plusieurs dizaines d'éléments, dans lesquelles se trouvent encore accumulées des

quantités considérables d'uranium. Ainsi, c'est par centaines de tonnes, lors de la création des gigantesques usines atomiques américaines, qu'il a fallu envisager de produire ce métal à un degré élevé de pureté, car les usines atomiques, qui l'emploient soit sous la forme métallique, soit sous celle d'oxydes, exigent une élimination très poussée de toutes les impuretés, élimination sans laquelle les « réactions en chaîne » (1) ne pourraient se manifester utilement.

Or, avant la guerre, on n'avait guère préparé plus de quelques grammes d'uranium à l'état pur. Sous la pression des nécessités de guerre, il a fallu improviser à l'échelle industrielle une métallurgie entièrement nouvelle de l'uranium et, en même temps, activer la prospection des minerais utilisables.

Dans tous ces domaines, le secret militaire n'a pas été complètement levé et on ne connaît pas dans les détails la nouvelle industrie, ni le résultat de la très scientifique « ruée vers l'uranium » qui ne ressemble en rien aux ruées vers l'or du début de notre siècle.

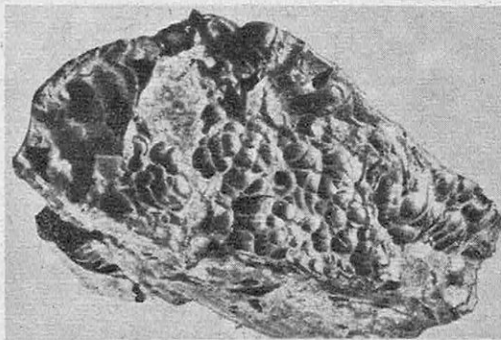


FIG. 1. — UN FRAGMENT DE PEBCHLENDE, L'UN DES PLUS RICHES MINERAIS D'URANIUM

La pechblende est un mélange d'oxyde d'uranium et d'autres métaux, qui se présente sous la forme d'une masse amorphe dont la cassure ressemble à de la poix. C'est cette roche qui constitue les principaux gisements d'uranium actuellement connus (Canada, Congo Belge, et U. S. A.).

(1) Rappelons que ces réactions sont ainsi dénommées parce qu'elles intéressent une série indéfinie d'atomes successifs. Un neutron frappe un atome d'uranium et en provoque l'explosion (« fission »), accompagnée de l'émission de nouveaux neutrons qui frappent de nouveaux atomes, et ainsi de suite. Les impuretés présentes absorbent les neutrons et interrompent la « chaîne ».

(1) Isotope (mot dérivé du grec et signifiant « même lieu » ou « même case ») désigne un élément différent d'un autre par son poids atomique, mais dont le noyau possède même charge électrique et qui est doté par suite de propriétés chimiques identiques. On les range tous deux dans la même case de la classification périodique des éléments de Mendelejev.

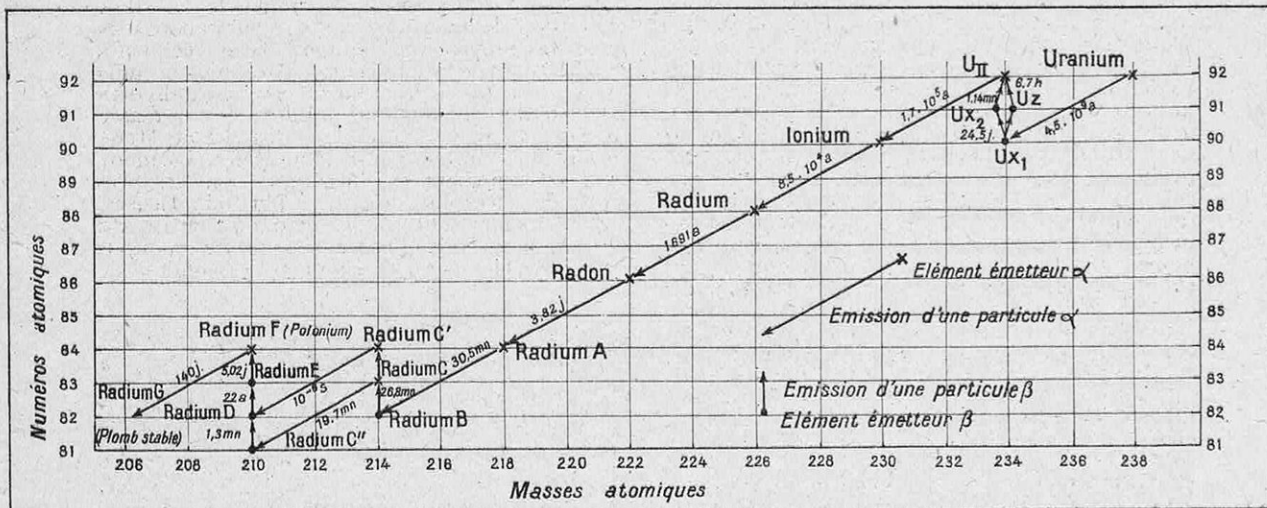
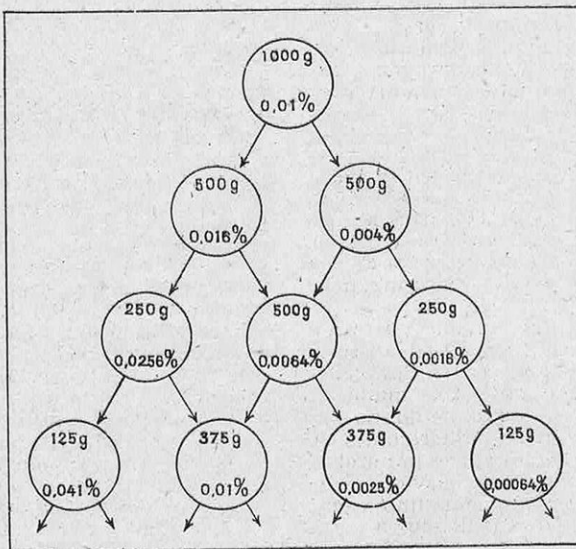


FIG. 2. — LA SÉRIE DES ÉLÉMENTS RADIOACTIFS DESCENDANT DE L'URANIUM

Les éléments de cette famille se transforment constamment les uns dans les autres dans le sens des flèches (les chiffres indiquent les « périodes », temps au bout desquels la moitié des atomes présents à l'origine ont disparu) et la série aboutit à l'isotope 206 (stable) du plomb. Ces désintégrations s'accompagnent soit d'émissions α (noyaux d'hélium) soit d'émissions β (électrons négatifs). Pour un élément déterminé, un équilibre tend à s'établir entre les quantités produites et les quantités détruites. En particulier, les minerais d'uranium contiennent environ 1 g de radium pour 3 t. Le plomb stable s'accumule dans la roche uranifère et la quantité de cet élément qu'on y trouve permet d'évaluer l'âge minimum de cette roche.

L'uranium avant 1940 : sous-produit de la préparation du radium

C'est dans la pechblende, minéral de zinc, de fer et de tungstène, que l'Allemand Klaproth découvrit en 1789 une substance qu'il appela uranium en l'honneur de la planète Uranus, découverte par Herschell en 1781. En 1842, le chimiste français Péligot isola l'uranium de son minéral sous la forme d'oxyde. Il dissolvait la pechblende pulvérisée dans l'acide sulfu-



rique concentré et convertissait ainsi l'uranium en sulfate d'uranium soluble dans l'eau. En 1914, Billy réussit à obtenir l'uranium métallique en réduisant le chlorure d'uranium par le sodium.

Jusqu'en 1941, l'extraction de l'uranium de ses composés n'avait pas fait l'objet d'études approfondies. On se bornait généralement à le stocker sous forme d'oxyde noir pour les besoins métallurgiques et sous forme de sels verts ou jaunes pour la céramique. On était arrivé toutefois à

FIG. 3. — DÉBUT D'UN DIAGRAMME DE CRISTALLISATION FRACTIONNÉE POUR L'ENRICHISSEMENT EN SELS DE RADIUM DES EAUX MÈRES PROVENANT DU TRAITEMENT DE LA PECHBLENDE

L'opération est fondée sur les différences de solubilité des chlorures ou bromures de baryum et de radium, les sels de radium étant moins solubles que ceux de baryum. Elle est toujours très complexe et peut varier dans ses détails. Le schéma ci-dessus, donné à titre d'exemple, montre qu'en partant d'une solution contenant 1 000 g de sels à 0,01 % de sel de radium, une première opération donne, à gauche, 500 g de cristaux anhydres enrichis de 60 % (à 0,016 % de sel de radium) et, à droite, un filtrat appauvri de 60 %. La cristallisation suivante donne des résultats analogues, et comme la partie appauvrie de la première solution a la même teneur que la partie enrichie de la deuxième, elles peuvent être mélangées. On poursuivra de telles opérations un grand nombre de fois, retirant de la chaîne les fractions très réduites où la teneur en radium a atteint une valeur suffisante, et éliminant celles où la teneur en radium est devenue infime. On remarquera qu'au quatrième étage des cristallisations, la deuxième solution à partir de la gauche a la même teneur que la solution mère; cela s'observe régulièrement tous les trois étages, et c'est là qu'on introduira des quantités nouvelles de solution mère, rendant ainsi continue la suite des opérations.

produire quelques grammes de poudre métallique d'uranium dans divers laboratoires (obtenue en réduisant l'oxyde d'uranium par l'hydruure de calcium). Cette poudre était généralement contaminée par des impuretés au point que sa température de fusion était déterminée avec une incertitude de près de 200°. La raison de cette relative négligence à étudier les propriétés de l'uranium était que celui-ci servait surtout à la préparation du radium, l'élément radioactif par excellence, qu'il engendre constamment par une série de réactions nucléaires se poursuivant jusqu'à un isotope stable du plomb (fig. 2) et qui voisine avec lui dans ses minerais à raison de 1 g de radium pour 3 t d'uranium. Les applications de l'uranium proprement dit n'exigeaient pas de produits d'une grande pureté.

L'uranium ainsi grossièrement purifié avait quelques débouchés. On s'en servait concurremment avec le thorium pour fabriquer des manchons pour bœcs de gaz. En verrerie, il sert à colorer certains verres soit en vert, soit en rouge, et donne, incorporé à certains verres basiques à forte teneur en plomb, un produit doué d'une fluorescence extrêmement vive.

Il donne, avec le nickel, un alliage (66 p. 100 d'uranium et 33 p. 100 de nickel) fondant à 1 200° C et dont la propriété la plus intéressante est sa résistance remarquable aux acides et même à l'eau régale (mélange d'acide nitrique et d'acide chlorhydrique). De même, l'addition d'une faible quantité d'uranium aux aciers augmente leur dureté sans pour cela les rendre fragiles et accroît de façon remarquable leur résistance aux acides. Enfin, les sels d'uranium ont été employés comme catalyseurs de certaines réactions telles que l'oxydation des hydrocarbures aromatiques, la déshydrogénation des huiles et, en photographie, pour virer au brun des épreuves sur papier.

L'isolement du radium

Jusqu'à ces dernières années, le seul produit de grande valeur était le résidu insoluble obtenu en pilant la pechblende avec du carbonate de sodium et en le plongeant ensuite dans de l'acide sulfurique dilué. L'uranium reste en solution, et c'est le résidu que l'on traite pour en extraire le radium.

La séparation du radium est une opération complexe qui fait intervenir au cours des dissolutions et de précipitations au cours desquelles sont isolés le polonium (en très faible quantité, puisque une tonne de pechblende ne donne pas plus de quelques centièmes de milligrammes de polonium), l'actinium et toutes autres impuretés, ne laissant en présence que le baryum et le radium, dont les propriétés chimiques sont voisines. Ce baryum radifère est dissous à l'état de bromure sur lequel s'opèrent les opérations de cristallisation fractionnée qui permettent d'enrichir peu à peu les cristaux de bromure en radium, enrichissement suivi avec facilité par la mesure de la radioactivité à l'aide d'un électromètre. Les deux sels de baryum et de radium sont isomorphes et donnent, par évaporation de leur solution, des cristaux mixtes de radium et de baryum dans lesquels la teneur en radium est légèrement plus forte que dans la solution restante, le bromure de baryum étant un peu plus soluble que le bromure de radium. Ces cristaux sont redissous et la solution ainsi obtenue soumise à une nouvelle évaporation (fig. 3). L'opération est répétée avec des modalités

variables jusqu'à une soixantaine de fois. Les cristaux et les solutions sont toujours manipulés avec des moyens mécaniques et les récipients émaillés de fractionnement sont de plus en plus petits. Lorsque la fraction de cristaux anhydres ne pèse plus que quelques millièmes de la masse initiale, on passe du stade industriel au stade de purification ultime au laboratoire. Le mode de fractionnement est identique, mais les précautions prises sont de plus en plus minutieuses. Les récipients sont en porcelaine ou en quartz et d'un diamètre de l'ordre de 5 cm. Les manipulations se font derrière des blocs de plomb et de

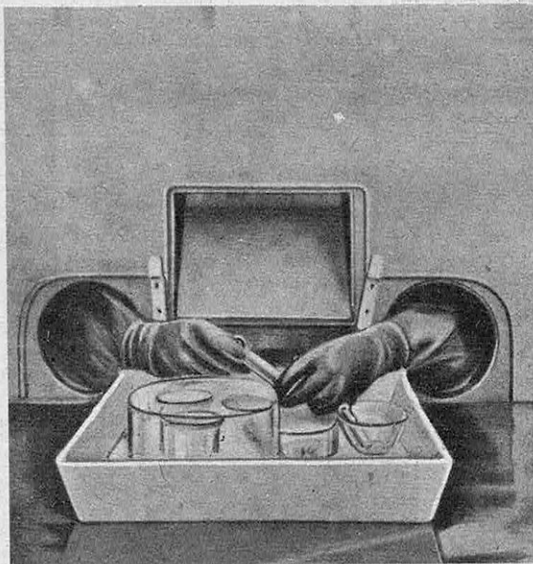


FIG. 4. — DISPOSITIF DE PROTECTION POUR LA MANIPULATION DES SOLUTIONS DE SELS DE RADIUM

verre au plomb, dans des hottes étanches et à travers des ouvertures portant des gants de caoutchouc (voir fig. 4). La teneur en radium s'élève ainsi progressivement de 0,05 p. 100 à 98 p. 100 environ. Le produit est alors logé dans des tubes capillaires, après avoir été soigneusement séché, car toute trace de vapeur d'eau aurait pour résultat de faire éclater le tube-aiguille. En effet, l'eau est décomposée sous l'influence des rayonnements émis par les sels de radium et la recombinaison soudaine de l'oxygène et de l'hydrogène est explosive.

C'est sous forme d'aiguilles contenant entre 0,1 mg et 100 mg de radium que cet élément est livré aux radiologistes. Ces sources sont pratiquement inusables, c'est-à-dire qu'elles ont un rayonnement pratiquement constant, attendu que la « période » du radium (temps au bout duquel la moitié des atomes présents à l'origine se sont décomposés) est de 1 600 ans. Autrement dit, il faut atteindre 1 600 ans pour voir une source de 1 g de radium perdre la moitié de son activité. Les radiations utilisées en thérapeutique (curiéthérapie) sont en réalité les rayons (gamma) émis, non par le radium lui-même, mais par un de ses descendants, le radium C, qui se forme au fur et à mesure que les noyaux atomiques du radium se désintègrent.

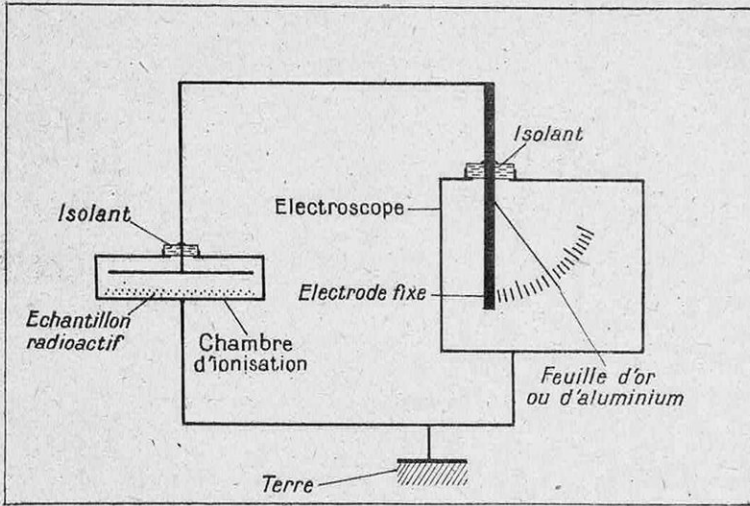


FIG. 5. — PRINCIPE DE LA MESURE PAR CHAMBRE D'IONISATION ET ÉLECTROSCOPE DE LA RADIOACTIVITÉ D'UN ÉCHANTILLON

Le rayonnement de l'échantillon radioactif ionise le gaz de la chambre, c'est-à-dire le rend conducteur. L'électroscope se décharge donc et la feuille d'or ou d'aluminium maintenue écartée par répulsion électrostatique retombe peu à peu vers l'électrode fixe. On observe au microscope sa vitesse de chute.

On peut aussi bien loger dans les aiguilles un descendant intermédiaire du radium, le radon (ou émanation du radium), gaz inerte radioactif, que l'on extrait d'une solution de sel de radium par une technique appropriée et que l'on condense dans les aiguilles en les plongeant dans de l'air liquide (-180°C). Dans ces petits tubes en verre scellés s'accumule progressivement du radium C au fur et à mesure que le radon se désintègre (période 3,8 jours). L'intensité en rayons gamma est donc variable en fonction du temps, mais cette manière de procéder offre certains avantages, notamment en cas de perte ou de vol d'une aiguille, car une aiguille de radium est beaucoup plus précieuse qu'un tube de radon.

La nouvelle métallurgie de l'uranium

De nos jours, le radium tend à perdre de sa valeur commerciale, qui était d'ailleurs maintenue, avant la guerre, à un niveau élevé (25 000 dollars le gramme) par limitation de la production. Il est avantageusement remplacé par des radioéléments artificiels produits principalement dans les « piles atomiques », en quantité équivalant, du point de vue du nombre de rayons émis par seconde, non pas aux quelques dizaines de grammes de radium produits annuellement avant la guerre, mais à des kilogrammes de cet élément. Au contraire, les stocks

d'uranium accumulés au cours de la préparation du radium ont acquis une valeur considérable comme matière première de la nouvelle métallurgie de l'uranium, et ils constituèrent en Amérique la première réserve d'uranium pour la mise en train du « Manhattan Project » (1). Si le radium continue à être extrait du minerai d'uranium destiné aux « piles », il deviendra un sous-produit de l'industrie atomique.

Vers 1941, les besoins des laboratoires nucléaires donnèrent une grande impulsion aux recherches sur la métallurgie de l'uranium. Les procédés de préparation du métal pur sont allés en se perfectionnant et en se simplifiant, tandis que le prix de revient de ce métal s'abaissait progressivement. On mit au point industriellement le procédé de dissolution du nitrate d'uranyle dans l'éther, qui permet d'éliminer aisément les impuretés et de préparer un oxyde pur destiné à la production du métal. L'ancien procédé de réduction de l'oxyde fut abandonné au bénéfice des méthodes électrolytiques. On prépare d'abord l'hydrofluorure à partir du dioxyde d'uranium, et on le transforme en tétrafluorure. C'est ce dernier que l'on électrolyse pour obtenir le métal. En 1943, la Compagnie Westinghouse fournissait quotidiennement au

(1) On sait que cette appellation dissimulait pendant la guerre, aux États-Unis, la gigantesque organisation de recherches atomiques, de construction de piles d'uranium 235 et de plutonium, et de confection de bombes atomiques.

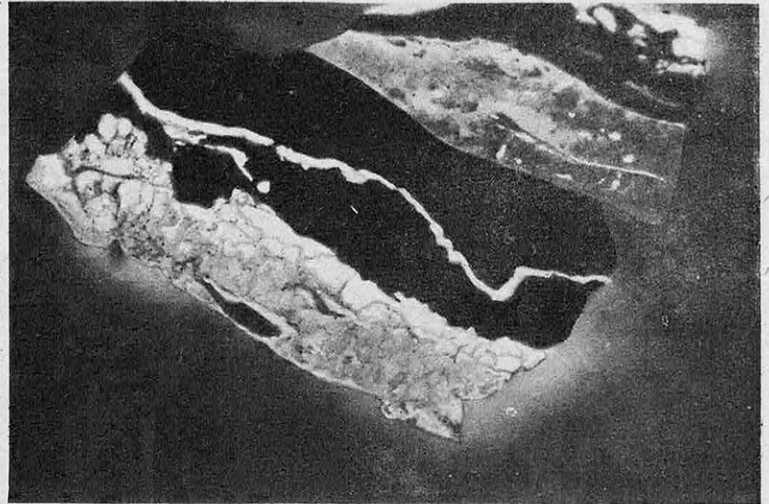


FIG. 6. — TRACE LAISSÉE PAR UN ÉCHANTILLON DE PECHBLENDE MIS AU CONTACT D'UNE PLAQUE PHOTOGRAPHIQUE

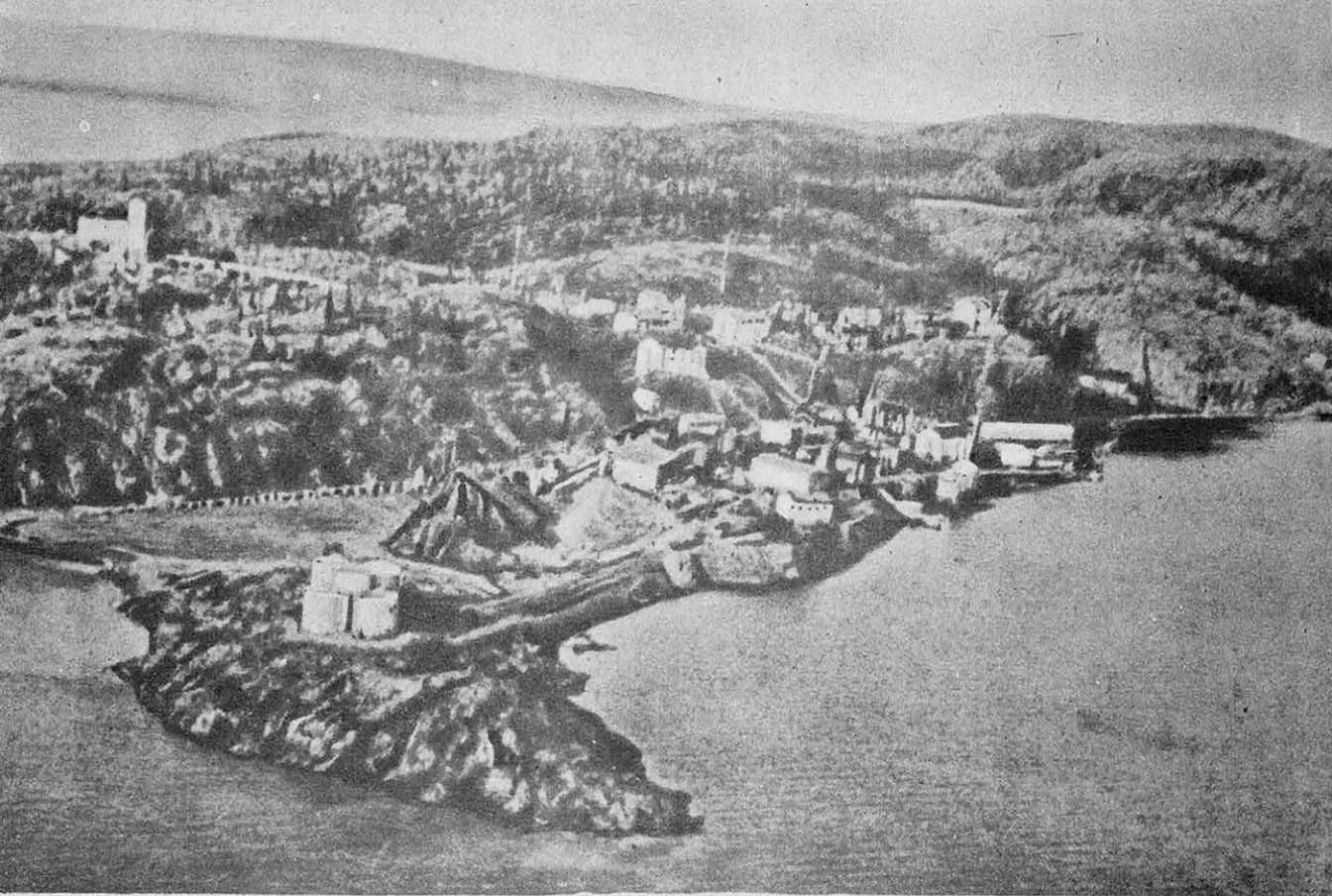


FIG. 7. — VUE D'ENSEMBLE DE PORT RADIUM, L'UN DES PRINCIPAUX GISEMENTS D'URANIUM DANS LE MONDE, AU BORD DU GRAND LAC DE L'OURS (CANADA)

Ce gisement fut découvert en 1931, par Gilbert H. La Bine, explorateur et prospecteur canadien, et se révéla comme le plus riche du monde. D'abord exploité pour la production du radium, il a servi depuis la guerre à fournir une grande part de l'uranium du Manhattan Project. Il a cessé d'être propriété privée et a été transféré à la Couronne d'Angleterre. La situation de ce gisement, sous le cercle polaire arctique, fait qu'il est pendant une grande partie de l'année coupé du reste du monde par tout autre moyen que l'avion, qui est alors utilisé pour ravitailler les 225 habitants de Port Radium. Pendant la belle saison, les transports se font par chaland jusqu'à Mac Murray, d'où le chemin de fer achemine le minerai vers l'intérieur. Les usines de traitement du minerai sont à Port Hope, sur le lac Ontario.

Manhattan Project près de 250 kg d'uranium, au prix de 45 dollars le kilogramme. Depuis, un procédé encore secret, découvert à l'Iowa State College, permet de l'obtenir plus facilement et à un prix encore inférieur.

L'uranium métallique, déjà obtenu par Péligot, sous forme de poudre noire, et par Moissan, sous forme de lingots, qui peuvent être polis, limés, laminés, a une densité voisine de 18,5. Son point de fusion varie, suivant les impuretés, entre 1 300 et 1 900° C. Il donne des alliages avec l'aluminium, le fer, le calcium, le magnésium, etc. La surface fraîchement polie de l'uranium est blanche, mais brunit fortement au contact de l'oxygène de l'air avec lequel il forme des oxydes. Le métal en poudre s'oxyde très vite, et cet oxyde s'enflamme et devient de l'oxyde vert vers 610° C. L'uranium réagit violemment avec le fluor, le chlore, le brome

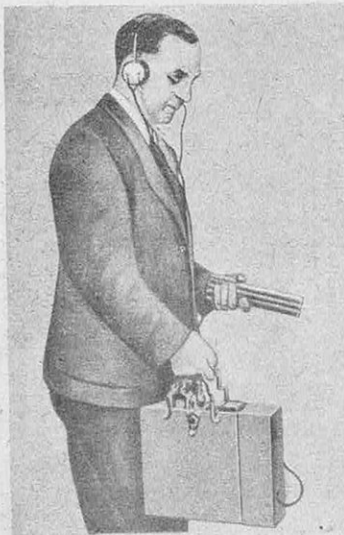


FIG. 8. — DÉTECTEUR ACOUSTIQUE ET VISUEL POUVANT SERVIR À LA PROSPECTION DES MINERAIS RADIOACTIFS (PHILIPS)

et l'iode. Il s'enflamme dans le chlore vers 150°. Les composés d'uranium sont des poisons violents et agissent spécialement sur les reins (apparition de glycosurie, puis de néphrite et d'albuminurie). À dose très faible, ils semblent avoir une action biologique favorable, et on trouve l'uranium et ses descendants radioactifs dans un grand nombre de sources thermales.

La prospection de l'uranium

Lorsque les minerais d'uranium se présentent sous forme concentrée dans les filons d'un gisement quelconque, leur présence saute aux yeux des moins expérimentés, grâce à leur aspect caractéristique (couleur verte ou jaune et fluorescence). Dans la plupart des cas, il en est autrement. Les minerais de ce métal sont dispersés dans les masses rocheuses et les petits cristaux ne sont visibles parfois qu'au

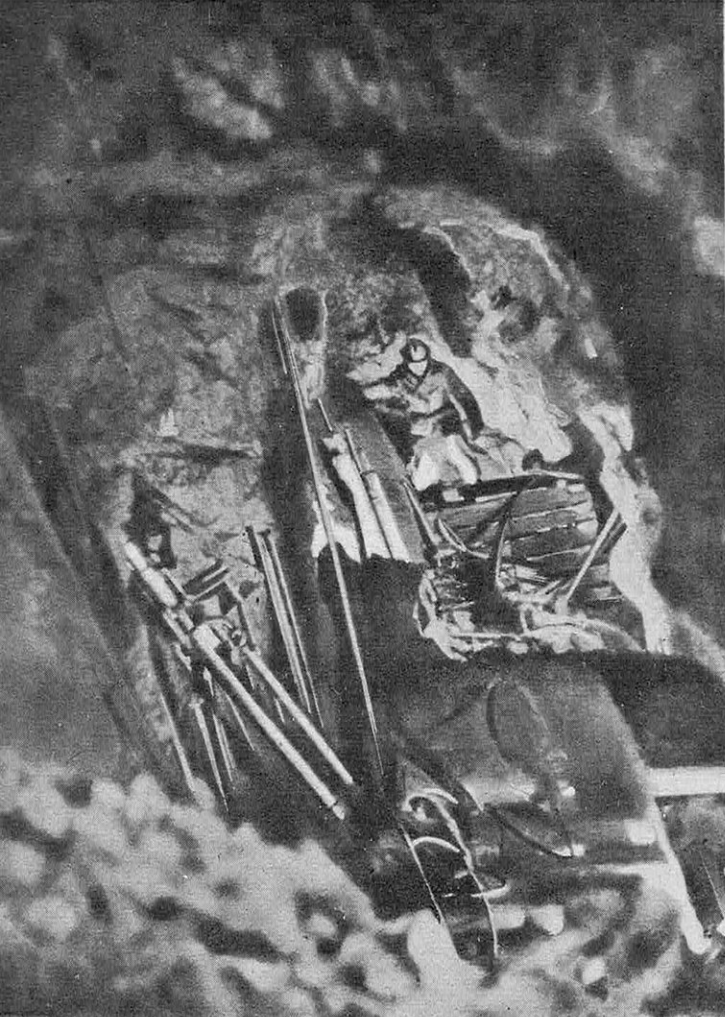


FIG. 9. — UNE GALERIE D'EXTRACTION DE LA PÉCHBLENDE DANS LA MINE ELDORADO A PORT RADIUM (CANADA)

microscope. Il existe pourtant une méthode de prospection des substances radioactives qui rend leur recherche dans la nature plus facile que celle de tout autre minéral. Elle consiste à mesurer la conductibilité d'un volume gazeux et soumis aux rayons ionisants émis par ces substances radioactives quel que soit leur état chimique ou physique. On emploie à cet effet l'électroscope (fig. 5) relié à une chambre d'ionisation. Le terrain à prospecter est divisé en sections dont chacune fournira un échantillon. La terre finement pulvérisée — pour favoriser le passage des rayons ionisants — est introduite dans la chambre d'ionisation. On charge la feuille de l'électroscope avec un bâton d'ébonite frotté avec un lainage et on chronomètre le temps mis par la feuille — observée avec un

petit microscope — pour passer d'une division donnée d'une échelle graduée à une autre arbitrairement choisie. Ce temps sera d'autant plus court que le gaz sera rendu plus conducteur par les ions et sera de ce fait inversement proportionnel à la radioactivité de l'échantillon étudié. La méthode est donc qualitative et quantitative à la fois.

Mentionnons également un autre procédé de détection qui consiste à laisser séjourner des échantillons minéralogiques sur des films photographiques recouverts de papier inactinique. Les radiations de l'uranium et de ses descendants finissent par voiler les films.

Lorsqu'un minéral est reconnu radioactif, on effectue une concentration sommaire, ce qui permet d'examiner, du point de vue chimique, microscopique (structure cristalline) et ionométrique (parcours et énergie des rayons et périodes radioactives) la nature (uranium ou thorium) du gisement.

Des méthodes plus modernes de prospection de terrains font intervenir des compteurs de Geiger-Muller reliés à des amplificateurs qui actionnent des appareils « visuels » ou « acoustiques » (fig. 8).

Abondance de l'uranium sur la Terre

Tous les terrains contiennent des traces de substances radioactives naturelles. Des gaz radioactifs émis par ces substances se dégagent constamment de nombreuses sources ou par des cheminées naturelles. Certaines cavernes, grottes ou ouvrages d'art présentent une forte radioactivité.

La croûte terrestre constituée par des roches ignées de granit et de basalte contient en moyenne 0,004 p. 100 d'uranium. Dans certains granits, on trouve jusqu'à 30 g d'uranium par tonne de roche. Le poids d'uranium dans les premières couches

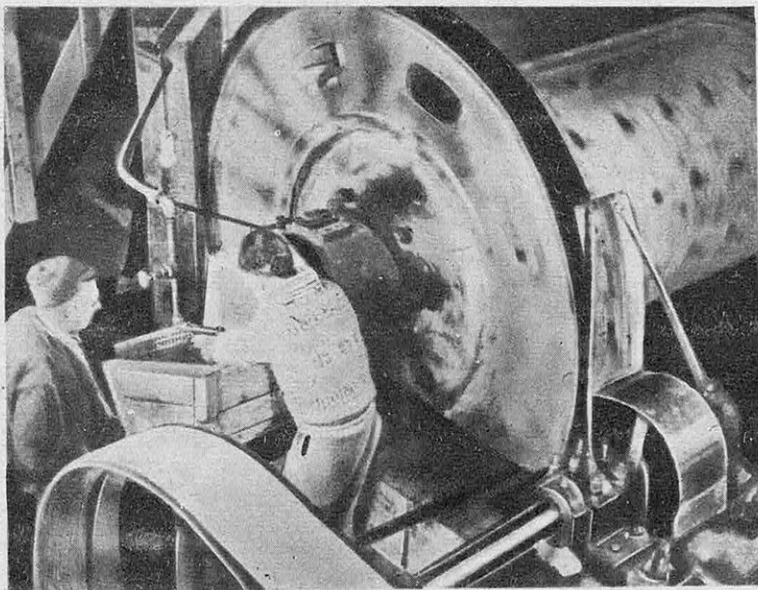


FIG. 10. — UN BROYEUR ROTATIF RÉDUISANT LE MINÉRAI EN POUDRE EN VUE DE SON ENRICHISSEMENT

de la croûte terrestre a été estimé à 10^{15} tonnes, un million de milliards de tonnes ; celui qui gît sous les océans serait de l'ordre de 10^{10} tonnes. On en arrive à cette curieuse conclusion que l'uranium est moins rare sur la terre que le cadmium, le bismuth, l'argent, le mercure et l'iode. Il serait même mille fois plus abondant que l'or, mais on ne l'a jamais trouvé, comme c'est souvent le cas pour l'or, à l'état de métal pur : l'uranium, même lorsqu'il se trouve en abondance dans certains gisements, y existe sous forme de combinaison avec d'autres éléments comme l'oxygène. Mais on ne peut vraiment parler de gisement d'uranium que lorsque la concentration de ce produit est une opération rentable.

On a jusqu'ici identifié une centaine de minerais contenant de l'uranium. Ce sont principalement des oxydes dans lesquels l'uranium se trouve associé à divers éléments et en particulier au thorium et aux terres rares et à divers métaux. Les plus importants de ces oxydes sont les *uranites*, qui sont extrêmement riches (plus de 50 p. 100 d'uranium). La variété amorphe de ces uranites est la *pechblende* noire, dont la cassure rappelle l'aspect de la poix (d'où son nom, *pech*, voulant dire poix en allemand). On la trouve en Tchécoslovaquie (Saint-Joachimstal), au Congo belge, au Canada, en Angleterre, aux États-Unis.

Viennent ensuite des composés d'uranium avec le niobium, le titane et le tantale, parmi lesquels se rangent les *béatites* de Madagascar. Dans la même catégorie, citons les minerais moins riches :

— la *samarските*, niobate et tantalate de terres rares et d'uranium (Inde, Madagascar, U. R. S. S., U. S. A.) ;

— l'*euxénite*, niobate et titanate de terres rares et d'uranium (Norvège, U. S. A., Madagascar).

Enfin, des minerais pauvres proviennent de l'altération des premiers par des agents atmosphériques et par les minéraux du sol : carbonates sulfates, silicates, etc. Citons :

— la *broggérîte*, la *clévéite*, l'oxyde d'urane cristallisé contenant souvent de l'oxyde de thorium (Norvège, U. S. A.) ;

— les *thorianites*, minéral d'oxydes de thorium et d'uranium (Indes) ;

— la *becqueréélite* (Congo belge) ;

— la *curite*, la *kasolite*, la *soddite* (Congo belge) ;

— l'*orangite*, contenant peu d'uranium et beaucoup de thorium (Norvège) ;

— l'*autunite* (France, Portugal, Tonkin) ;

— la *chalcocite* et la *torbénite* (Angleterre, Portugal) ;

— la *monazite*, contenant peu d'uranium (Brésil, U. S. A., Indes) ;

— la *carbolite* (U. S. A.), la *ferghanite*, la *tuyamunite* (Turkestan).

Les minerais d'uranium sont souvent éparpillés ; parfois on les trouve agglomérés dans

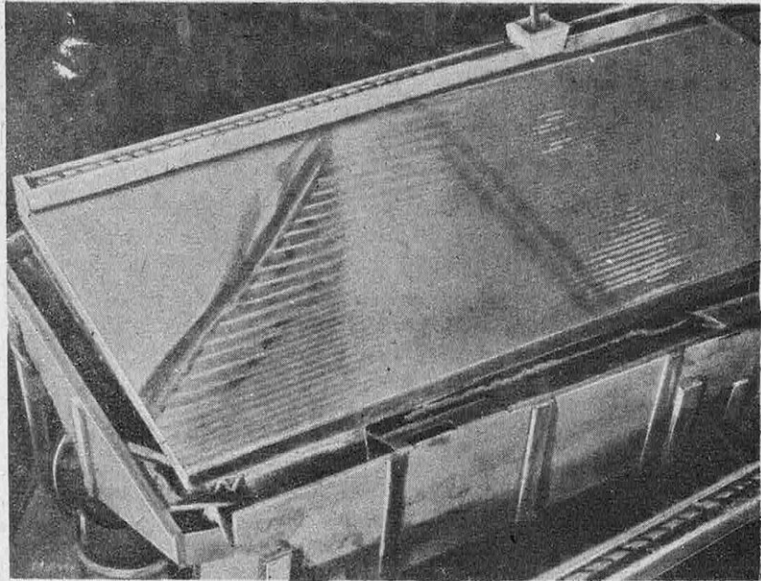


FIG. 11. — COMMENT S'EFFECTUE LA CONCENTRATION DU MINÉRAI D'URANIUM

Les roches, broyées et entraînées à l'état de boue liquide par un courant d'eau, se séparent par ordre de densité. On aperçoit une frange plus sombre qui est de la boue enrichie en *pechblende*.

les mines d'où on en extrait des milliers de tonnes. Avant la dernière guerre, on connaissait quatre gros gisements de minerais d'uranium : un en Tchécoslovaquie (Saint-Joachimstal), un au Congo belge (Haut Katanga), un troisième aux États-Unis (Utah-Colorado) et le dernier au Canada (Great Bear Lake). Des gisements de moindre importance existent un peu partout : au Brésil, au Texas, au Mexique, en Colombie, dans le Turkestan russe, aux Indes, en Australie, en Nouvelle-Zélande et au Japon, dont certains n'étaient pas assez riches pour justifier l'exploitation aux fins de production du radium. Il n'est pas impossible que la demande d'uranium qu'a suscitée l'industrie atomique les rende utilisables, surtout en raison des applications militaires possibles qui feront passer au second plan les considérations de rentabilité : la production des gisements de thorium elle-même, autre matière première possible, quoique moins intéressante que l'uranium de l'industrie atomique, devrait être surveillée si l'on établit un jour un système de contrôle de l'énergie atomique. Ce contrôle devrait également s'assurer que se nouveaux gisements n'ont pas été découverts dans le monde. La prospection de l'uranium, déjà assez secrète avant la guerre, s'est entourée de précautions encore plus grandes, et il serait vain, actuellement, de chercher à évaluer les réserves mondiales de cet élément devenu brusquement l'un des plus activement recherchés dans le monde entier. On peut cependant être certain que de nouveaux gisements seront découverts, s'ils ne l'ont déjà été (pôle Sud ?), parce que des méthodes puissantes et rapides seront employées, et qu'il est très vraisemblable que des roches de même origine que les terrains précambriens de Port Radium, au Canada, et qui constituent une grande part de l'Amérique du Nord, renferment également des filons de *pechblende*.

M.-E. NAHMIAS

LES DRESSAGES D'ANIMAUX AU LABORATOIRE

par Rémy CHAUVIN

Maître de Recherches au Centre National de la Recherche Scientifique

« Dresser » un sujet, c'est l'amener, par une série d'expériences éducatives, à accomplir, en réponse à des signaux ou des excitations déterminées, un acte qui ne lui est pas familier, parfois même contraire aux habitudes de son espèce. Tous les êtres du règne animal, à l'exception peut-être seulement des microbes, depuis l'infusoire et l'amibe jusqu'aux animaux supérieurs, apparaissent susceptibles de dressage, à des degrés évidemment divers. Dans tous les pays du monde, des laboratoires spécialisés étudient scientifiquement comment s'établissent chez les différentes espèces ces réactions nouvelles qui vont du simple réflexe conditionné et automatique à des combinaisons d'actes très complexes que l'on serait tenté d'expliquer en invoquant la notion à la fois traditionnelle et imprécise d'intelligence. La science expérimentale mise au service de la psychologie animale permet ainsi d'évaluer, et même parfois de chiffrer, la répartition des capacités « psychiques » dans l'échelle des animaux inférieurs et supérieurs. Précisant objectivement les différences qui les séparent et permettant, par l'analyse des ébauches de fonctions mentales mises en évidence chez les êtres inférieurs, de mieux saisir le mécanisme du comportement des animaux les plus élevés en organisation, jusqu'à l'homme inclus, elle apportera ainsi une contribution essentielle à l'étude de la psychologie humaine.

Les chevaux de Krall-van Osten

CHACUN connaît mille histoires d'animaux savants, dont on raconte des merveilles ; qui n'a pas eu auprès de soi un chien ou un chat dont l'intelligence, quasi humaine, faisait dire à ses maîtres : il ne lui manque que la parole ? Et tout le monde a vu au cirque des chiens, des singes ou des chevaux accomplir des performances ahurissantes. Les « trucs » qu'emploient les dompteurs et montreurs d'animaux savants, souvent fort ingénieux, ne sont pas tous connus, et certains les gardent jalousement, comme une précieuse tradition de métier. Il est même des cas où ces ingénieux praticiens ont exercé la sagacité des savants : tel celui des chevaux de Krall-van Osten.

Il y a une vingtaine d'années, un dresseur de chevaux allemands, van Osten, prétendit avoir obtenu avec quelques-uns de ses sujets des résultats stupéfiants : certains auraient appris à lire

certaines mots, d'autres à compter, et même à extraire des racines carrées ! Quelques hommes de science vinrent voir van Osten, dont les dressages paraissaient nettement au-dessus des numéros de cirque habituels, et conclurent à l'emploi de truquages plus ingénieux que la moyenne ; mais l'étude des « phénomènes » était

rendue assez difficile par le caractère atrabilaire de van Osten fermement convaincu du caractère hautement scientifique des faits qu'il avançait. Il finit par refuser de recevoir les savants et par se confiner dans un tout petit cercle de disciples, et d'admirateurs. Krall était de ces derniers. Après la mort de van Osten, il reprit ses expériences et parvint à des résultats plus étonnants encore : les chevaux, élèves de Krall, extraient des racines carrées avec une extrême rapidité, se livraient à bien d'autres opérations mathématiques, pouvaient lire et combiner des mots pour former de courtes phrases : lettres et chiffres étaient exprimés par les chevaux à



FIG. 1. — LE RAT BLANC, SUJET FAVORI POUR LES EXPÉRIENCES DE PSYCHOLOGIE ANIMALE DANS LES LABORATOIRES DU WISTAR INSTITUTE OF ANATOMY AND BIOLOGY (ÉTATS-UNIS)

l'aide de coups de sabots frappés à une cadence et en nombre déterminés.

De nombreux psychologues et biologistes vinrent voir les chevaux de Krall. Les expériences étaient vraiment étonnantes; elles réussissaient même en l'absence de Krall et des valets d'écurie qui soignaient habituellement les chevaux, même lorsque les observateurs se dérobaient à la vue du cheval derrière une porte et ne l'observaient qu'à travers un guichet. Les hommes de science, et parmi eux le célèbre psychologue Claparède, hésitèrent longtemps sur l'explication qu'il convenait d'apporter à des faits aussi ahurissants. Il y avait sans doute repérage par le cheval, dont certains sens, en particulier l'ouïe, sont fort aiguisés, des manifestations inconscientes des observateurs; par exemple, accélération ou ralentissement de leur respiration, frémissement ou déplacement de leurs pieds quand le nombre des coups frappés par le cheval approche de la réponse correcte, etc... Ainsi les chiens que l'on voit dans les cirques choisir des lettres pour en former des mots sont avertis de prendre telle ou telle lettre par le crissement, imperceptible, d'un cure-dents que leur maître tient dans sa poche.

Mais comment expliquer la réussite des expériences lorsque Krall et ses valets étaient absents? Bien que l'hypothèse d'un dressage du cheval à des signaux inconsciemment émis par les observateurs soit certainement celle qu'il faut retenir, son mécanisme exact n'a pas été élucidé.

L'étude scientifique du dressage

Les progrès de la psychologie expérimentale au cours des cinquante dernières années sont dus en très grande partie à l'étude scientifique du dressage de quelques animaux, et en particulier du Rat blanc. Mais l'audace des expérimentateurs s'est étendue à tous les règnes zoologiques, et l'on s'est aperçu que tous les animaux étaient susceptibles d'être dressés, même les infusoires, même les vers de terre. Si l'on place un ver de terre dans un appareil en forme de T, les deux branches du T comportant en leurs extrémités des abris humides et obscurs, il est relativement facile d'amener le ver à ne se réfugier que dans celui de gauche ou celui de droite: il suffit pour cela d'infliger au sujet une secousse électrique quand il ne prend pas la direction désirée; au bout de 70 à 80 essais, le ver ne se dirige plus que vers la droite ou la gauche, preuve qu'il peut distinguer les deux directions (Yerkes). Les infusoires eux-mêmes, d'après les travaux de l'école de Marburg, peuvent être dressés à ne nager que d'un certain côté d'une goutte d'eau quand ils

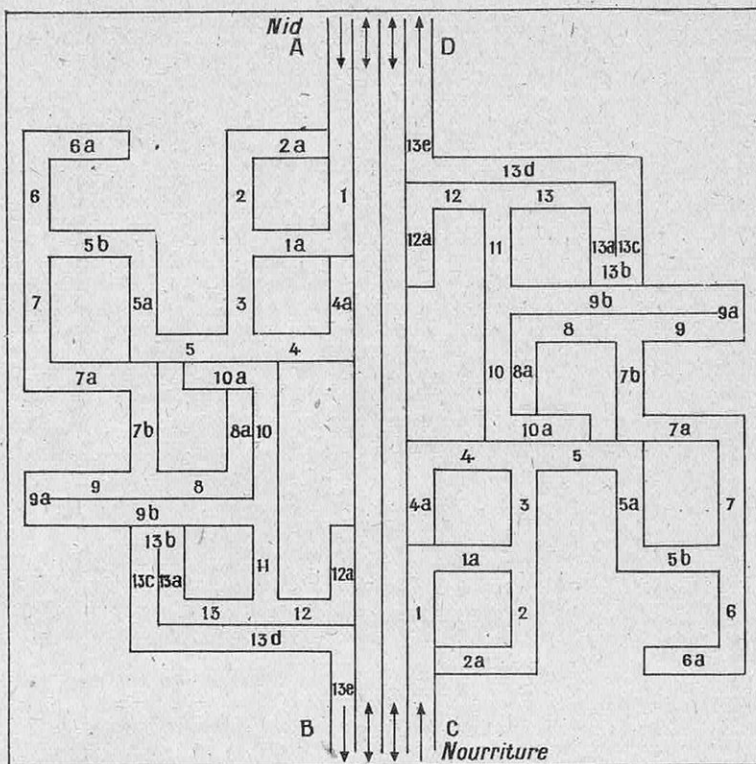


FIG. 2. — LABYRINTHE DE SCHNEIRLA MONTRANT LA VOIE SUIVIE PAR DES FOURMIS DANS LE TRAJET NOURRITURE-NID ET DANS LE TRAJET INVERSE

Les sujets doivent apprendre le plus court chemin dans le labyrinthe de gauche pour parvenir de A où se trouve le nid vers B où est la nourriture. Au retour, elles doivent apprendre le même labyrinthe retourné (à droite) et parvenir de C en D. Au milieu, deux allées permettent un « court-circuit », si besoin est. Les chiffres servent à repérer commodément les erreurs commises.

reçoivent de l'autre côté la brûlure d'un faisceau de rayons ultraviolets, ou bien une secousse électrique.

Le Rat blanc dans le labyrinthe

Mais c'est surtout sur le Rat blanc que s'est exercée l'ingéniosité des psychologues expérimentaux. Il existe actuellement, en Amérique, une quinzaine de laboratoires dont l'objet presque exclusif est l'étude du Rat blanc dans le labyrinthe. On a dressé l'animal à parcourir une infinité de modèles de parcours, depuis celui du labyrinthe du jardin de Hampton Court, dont Small transposa le plan dans son premier labyrinthe. Une bibliothèque ne suffirait pas à contenir toute la littérature parue jusqu'à maintenant sur le Rat dans le labyrinthe. Les sujets doivent retrouver un endroit où se trouve une récompense quelconque, boisson, nourriture etc., en perdant le moins de temps possible à pénétrer dans des culs-de-sac. On étudie les erreurs commises, tant au point de vue de leur nombre qu'à celui de leur place dans le plan général du labyrinthe ou de leur ordre d'élimination. Elles ne sont pas quelconques, en effet, et dépendent de la forme du labyrinthe, de l'état physiologique du rat, de l'éclairage, de la place de la récompense, etc...

Quant aux points de repère qui permettent au Rat de se retrouver dans des labyrinthes où

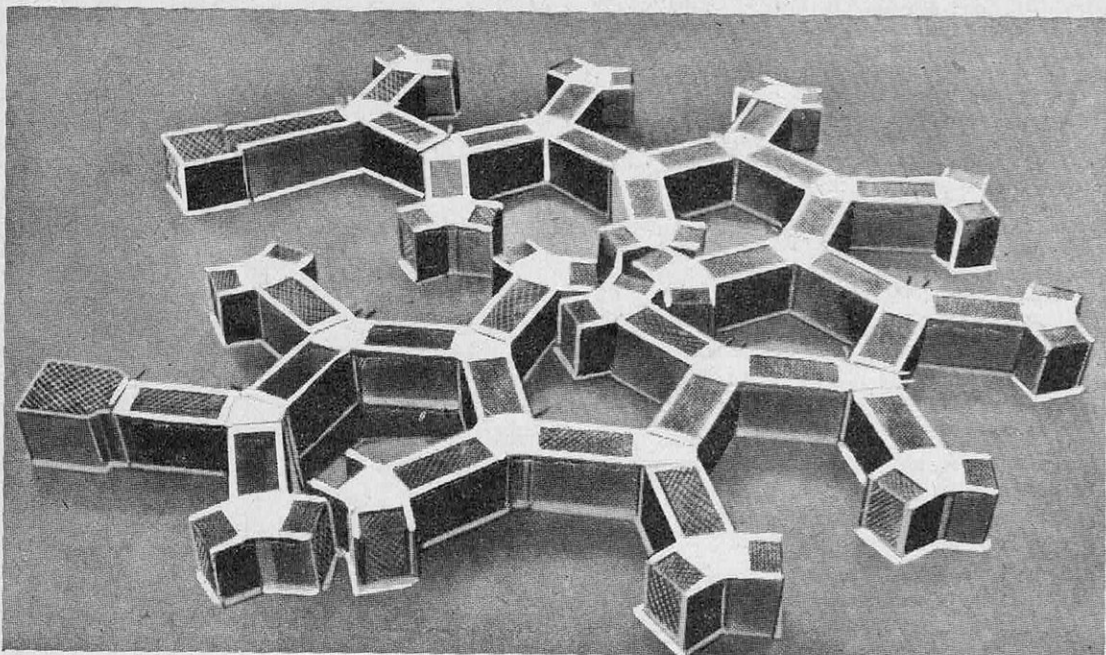


FIG. 3. — LE LABYRINTHE DE WARNER ET WARDEN POUR LE RAT BLANC

Ce labyrinthe est formé de sections grillagées en forme d'Y qui peuvent être assemblées de manière à constituer des trajets de complications diverses. Sur l'assemblage représenté, l'entrée du labyrinthe se trouve au premier plan à gauche, la sortie à l'arrière-plan à gauche; on voit qu'il présente de nombreux culs-de-sac.

l'Homme se perdrait à coup sûr (à moins qu'on ne lui permette de se servir du fil d'Ariane, ou de relever un plan), ils sont nombreux et complexes. La vue n'y est pour rien ou pour peu de chose, puisque les rats aveuglés se guident sans difficulté, aussi vite que les rats normaux. La destruction des lobes olfactifs du cerveau ou la cautérisation de la muqueuse nasale, la cautérisation de la plante des pieds, la demi-section de la moëlle qui oblige le rat à se déplacer en position tout à fait anormale, la destruction partielle des canaux semi-circulaires de l'oreille interne qui produit, par un mécanisme différent, un résultat analogue, n'empêchent pas le rat de retrouver son chemin. Par contre la section de ses moustaches (vibrisses) ou la permutation des différentes unités du labyrinthe le désorientent complètement. Il s'ensuit que le rat est surtout guidé par des repères tactiles et par les petites différences (sans doute de nature tactile) pouvant exister entre les différentes portions du labyrinthe.

Un autre repérage, sans doute de nature cinesthésique (1), doit intervenir, car, si l'on cale le labyrinthe de manière à l'incliner d'un côté, le rat manifeste une perturbation très nette. Mais tous ces stimuli doivent être intégrés dans un ensemble extrêmement complexe, dont toutes les parties sont susceptibles de suppléances indéfinies : on le voit bien en forçant le rat à parcourir en nageant un labyrinthe qu'il avait

auparavant parcouru en marchant : malgré la modification radicale de toutes les coordinations musculaires et de la plupart des données sensorielles, la bonne route est pourtant retrouvée sans beaucoup d'hésitation. Nous sommes

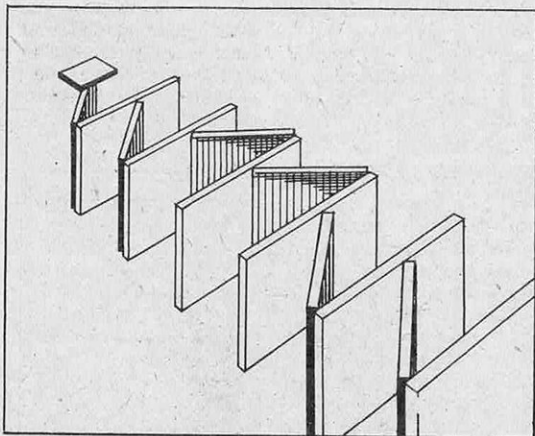


FIG. 4. — UN LABYRINTHE SURÉLEVÉ SANS REBORDS

Comme les moustaches du rat (vibrisses) sont des organes de tact très sensibles qui, dans un labyrinthe ordinaire, lui servent à reconnaître sa route en tâtant les parois, ce modèle de labyrinthe sans parois a été conçu pour lui retirer cette faculté. Le rat circule à la partie supérieure de ces éléments, assemblés à volonté par l'expérimentateur, et cherche à atteindre la nourriture placée sur le plateau au dernier plan, que sa myopie l'empêche d'apercevoir.

(1) Le sens cinesthésique traduit l'état d'équilibre interne de l'organisme. C'est lui qui est à l'origine des sensations de bien-être, de malaise, d'accélération, etc. Longtemps méconnu, il s'ajoute logiquement aux cinq sens classiques : vue, ouïe, goût, odorat et toucher.

encore loin, par conséquent, de dominer le problème de l'orientation du rat ; d'autant plus que des sens inconnus de l'homme semblent intervenir.

Lorsque, au milieu du dressage, on fait subir à tout le labyrinthe une rotation de 90°, les sujets montrent une perturbation très nette qui se maintiendrait (tout au moins d'après certains auteurs) lorsque l'appareil, le rat et l'observateur lui-même sont enfermés dans une cabine tournante, dans des conditions d'environnement rigoureusement identiques. Pour les animaux migrants, comme certains oiseaux ou même pour le Pigeon, tous les auteurs sont d'accord sur l'existence de cette perturbation, qu'on retrouve même chez des insectes comme la Blatte germanique. Mais sur le siège de ce sens de l'orientation, sur sa nature réelle, nous ne disposons d'aucune donnée sérieuse.

Véritable équivalent du microscope pour le psychologue, le labyrinthe peut servir à bien d'autres études que celles sur l'orientation. On peut changer la nature de la récompense, proposer de la nourriture à un animal assoiffé, de la boisson à un animal affamé, ou l'inverse ; une femelle à un mâle isolé depuis longtemps, ou supprimer, au contraire, toute récompense ; la position, le nombre et l'élimination des erreurs caractériseront alors, et par des chiffres, les tendances affectives et leur force réciproque. Au cours de l'apprentissage, ou après son achèvement, on changera certaines portions du labyrinthe pour examiner comment se fait la réorganisation de l'expérience après la perturbation : on sera alors dans le domaine de faits hétéroclites que l'on groupe sous la dénomination générale d'*intelligence*. Citons par exemple, le cas du *labyrinthe temporel*, où le rat doit tourner deux ou trois fois dans un même parcours, en passant devant une porte, avant que cette porte ne s'ouvre pour lui donner accès à la récompense ; rien n'est plus curieux que de voir le rat s'arrêter obstinément devant la porte en attendant qu'elle s'ouvre ; il refuse avec obstination de faire les parcours qui lui paraissent inutiles et trouve moins fatigant d'attendre sur place qu'on lui donne la liberté d'accéder à la récompense ; l'homme n'a pas inventé la théorie du moindre effort.

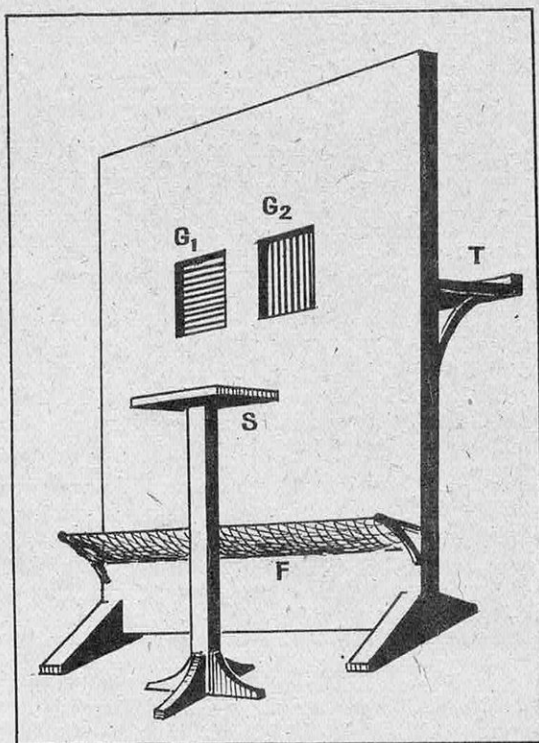


FIG. 5. — L'APPAREIL DE LASHLEY POUR L'EXPÉRI-MENTATION SUR LE RAT BLANC

Le sujet est placé sur la sellette S, et sa nourriture se trouve sur la tablette T dont il est séparé par une cloison percée de deux guichets G₁ et G₂. Lorsque le rat a appris à sauter au travers des guichets pour trouver sa nourriture, les guichets sont fermés avec des panneaux légers dont l'un s'ouvre facilement sous la poussée de l'animal, tandis que l'autre résiste à son élan. Des figures géométriques, triangle ou carré par exemple, ou, comme sur la figure, des lignes parallèles verticales ou horizontales, servent à repérer les portes pouvant s'ouvrir de celles contre lesquelles l'animal butera, avant de tomber dans le filet F, qui se trouve en bas du panneau vertical. Très vite, le rat apprend à distinguer la bonne porte de la mauvaise.

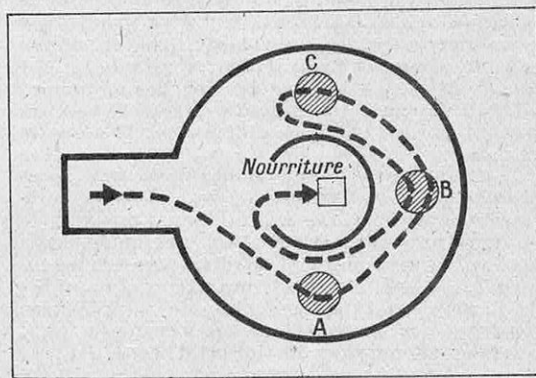
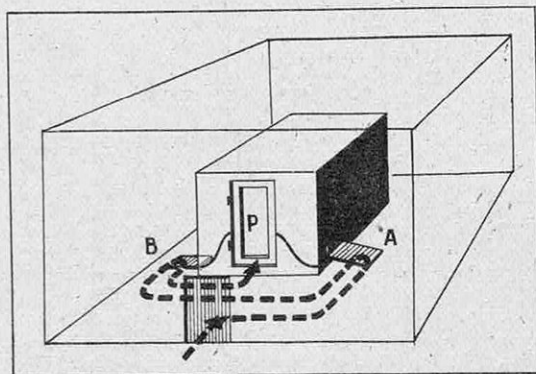


FIG. 6 ET 7. — LES CAGES A SECRET

Placé dans la cage de gauche, le rat doit, pour obtenir l'ouverture de la porte P qui lui donne accès à sa nourriture, appuyer successivement de son poids, et dans l'ordre imposé, sur les deux plates-formes A et B. Très vite, il apprend à faire cette manœuvre sans hésitation par l'itinéraire le plus court. La cage représentée à droite est à trois plates-formes, dont l'une B à manœuvrer après chacune des deux autres A et C,

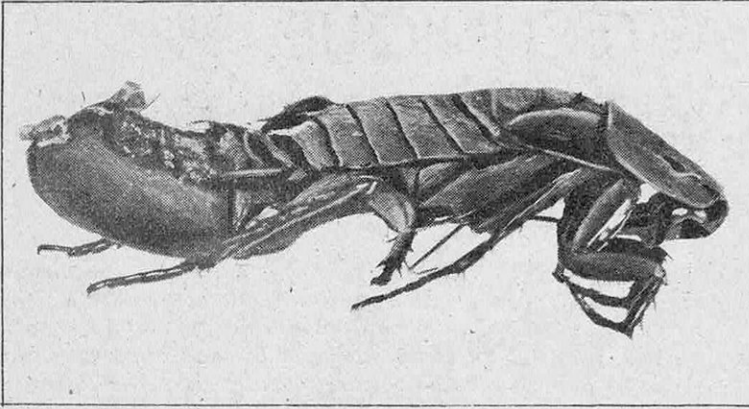


FIG. 8. — UNE BLATTE FEMELLE (GROSSIE 5 FOIS ENVIRON) AVEC SON OOTHÈQUE (POCHE A ŒUFS) SUSPENDUE AU BOUT DE SON ABDOMEN

Des expériences de psychologie animale se poursuivent sur les blattes germaniques dans les laboratoires du Centre National de la Recherche Scientifique (Photo Le Charles).

Le choix du sujet

Le Rat est-il un sujet de choix pour le dressage au labyrinthe ? Malgré la grande expérience des Américains, nous croyons qu'il faut répondre négativement à cette question. Le Rat est trop compliqué déjà, trop élevé dans l'échelle animale pour qu'il soit facile de comprendre son comportement. La classe des Rongeurs à laquelle il appartient renferme en effet des modèles de psychisme très complexe : il n'est que de songer aux Castors ; le Rat lui-même constitue des greniers à provisions, transporte les œufs qu'il parvient à voler suivant une technique complexe qui n'est pas exactement celle qu'a décrite La Fontaine : l'animal, couché sur le dos, prend l'œuf entre ses quatre pattes et l'un de ses congénères le hale par la peau de la gorge, et non pas par la queue comme le croyait le fabuliste ; les vieux rats savent à merveille éviter les pièges les plus compliqués que leur tend la perfidie de l'Homme, etc... C'est pourquoi nous pensons qu'il y aurait intérêt à choisir des objets d'étude beaucoup plus simples.

On savait déjà que les insectes tels que la Fourmi réussissent fort bien à apprendre des labyrinthes compliqués. Mais la fourmière elle-même est un dédale dans lequel la fourmi doit se guider : il n'est donc pas étonnant qu'elle se retrouve dans nos labyrinthes. D'autre part, son psychisme est très élevé et dépasse par plusieurs côtés celui du Rat, bien que d'un autre ordre. En nous fondant sur ces considérations, nous avons choisi un insecte inférieur, la Blatte germanique, qui présente des tendances élémentaires plus faciles à interpréter que celles du Rat. Une petite équipe de chercheurs travaillant sur ce matériel pourrait constituer une « école française de la Blatte » susceptible peut-être d'en remonter sur plusieurs points à l'« école américaine du Rat blanc ».

Jusqu'où peut aller le dressage ?

Au cours de ces dernières années, des problèmes de plus en plus complexes ont été posés

aux malheureux Rats : tout dernièrement, un chercheur, — dont la curiosité se nuance peut-être d'une pointe de sadisme — a placé deux sujets dans la situation suivante : dans une boîte, dont le fond est muni d'une grille électrisée, se trouve une plate-forme mobile qui coupe le courant de la grille lorsqu'elle est abaissée par le poids du rat qui se trouve dessus. De la nourriture est disposée sur la grille, mais, pour l'atteindre, le rat doit quitter la plate-forme, ce qui rétablit le courant. Le problème est insoluble pour un seul rat, mais non pour deux, à condition de comprendre que l'un doit rester sur la plate-forme pendant que l'autre va manger ; or les deux rats arrivent parfaitement à la

solution au bout d'un laps de temps relativement bref.

Lorsqu'on s'adresse au Singe, il est possible d'aller plus loin encore ; on est arrivé à faire choisir à des Singes des tickets de couleur différente suivant qu'ils avaient soif ou désiraient telle ou telle espèce de nourriture. Après un certain laps de temps, les tickets devaient être insérés dans plusieurs distributeurs automatiques qui délivraient la récompense correspondant aux tickets. Quelques sujets d'élite apprennent le problème ; certains même collectionnent et gardent jalousement tous les tickets qu'ils peuvent trouver ou voler, et dont ils ont compris le sens symbolique.

Des expériences non moins curieuses ont été effectuées sur les poissons : tel le cas d'un poisson qui, dressé à suivre un appât auquel on imprimait dans l'eau des mouvements giratoires, exécutait ensuite des « loopings » dans son aquarium pour obtenir à manger chaque fois qu'il voyait son dresseur approcher ; ou celui des poissons auxquels le savant russe J.-P. Frolov avait appris à frétiller à l'audition d'une sonnette électrique, en faisant initialement coïncider le fonctionnement de la sonnette avec une excitation électrique directe. Le Dr Franck Brown avait appris à des bars à reconnaître des tubes de diverses couleurs, l'approche des uns correspondant à une distribution de nourriture, et l'approche des autres à une décharge électrique, de même Konrad Herter leur faisait distinguer des formes géométriques.

Toutes ces expériences ne sont pas des amusettes de désœuvrés ; elles nous font mieux comprendre ce qu'est cette intelligence dont l'homme est si fier, quel est son mécanisme, quelle est sa genèse ; et par la compréhension exacte et souvent même chiffrée du comportement animal, elles nous aident à mieux placer l'Homme dans la nature et à saisir la nature des différences qui le séparent des animaux.

R. CHAUVIN

LA TECHNIQUE AU SALON DE L'AUTOMOBILE

par Jacques ROUSSEAU

L'un des caractères dominants du Salon de l'Automobile de 1947 aura été l'importance de la participation des constructeurs étrangers, qui aura permis de confronter les plus récentes acquisitions techniques de la production automobile mondiale (1). Si les modèles américains demeurent, sous un aspect vaste et moderne, fidèles à la conception classique, il semble au contraire que l'Europe, à la recherche de voitures idéales de petite cylindrée, rompe avec les traditions constructives maintenues jusqu'ici. C'est toute l'organisation du véhicule qui est remaniée sur ces nouveaux modèles : que le moteur soit placé à l'avant ou à l'arrière, il fait bloc avec la transmission et équipe une voiture généralement de construction monocoque. Bien que dominée par un très grave problème d'approvisionnement en matières premières, l'industrie française se révèle à ce Salon comme préparant courageusement son avenir par la création de prototypes de haute valeur technique, en face d'une industrie italienne renaissante et des deux puissants concurrents américain et britannique.

L'industrie automobile mondiale au Salon

VINGT ET UNE marques américaines, dix-huit marques britanniques, six marques italiennes, trois marques tchèques et vingt marques françaises, soit, au total, soixante-huit firmes de construction automobile, viennent d'exposer sur les stands du Grand Palais, à Paris, leurs modèles de voitures particulières. Cette réunion côte à côte des spécimens les plus représentatifs de l'industrie mondiale de l'automobile, déjà réalisée partiellement à Genève au mois de mars dernier, permet en un seul examen de comparer les solutions apportées par chaque pays au problème de la création de la meilleure voiture. Loin d'être une constante, la définition de cette voiture « optimum » est influencée, dans chaque nation, par les contingences économiques et par le mode de fiscalité en vigueur.

A la fin de cette année 1947, les voitures construites dans le monde peuvent se répartir en trois grandes catégories :

1° Les voitures américaines. Construites en séries énormes à l'intention d'un pays à standard de vie élevé, où le carburant est vendu à bas prix et la fiscalité très libérale, ce sont de vastes véhicules, prévus pour un dur service, permettant de longs parcours et offrant aux usagers un confort uniforme, toujours très élevé. Sur ces modèles, il existe relativement peu de différences entre la plus simple et la plus luxueuse voiture ; toutes deux, à part quelques voitures carrossées spécialement (*custom made cars*), sont construites en série, en utilisant les mêmes méthodes sur les mêmes machines. Tel est, par exemple, le parallèle à établir entre une Chevrolet et une Cadillac ;

2° La voiture européenne-type. C'est la voiture d'après guerre, l'outil sur lequel compte l'Europe pour satisfaire l'énorme besoin de trans-

ports qui conditionne sa lente et dure résurrection. Fait remarquable, cette communauté de besoins se traduit sur le plan technique par une identité des dimensions et performances des véhicules. Il semble bien que la voiture européenne d'après guerre doive être un véhicule logeant quatre personnes dans des conditions de confort acceptables, capable d'une vitesse en charge de 60 à 70 km/h de moyenne ; le moteur, dont la cylindrée sera comprise entre 700 et 1 300 cm³, conduira, suivant les modèles, à une consommation à allure moyenne de 6,5 litres à 9 litres aux 100 km ;

3° Pour la clientèle d'élite des pays les moins touchés par l'appauvrissement général d'après guerre, des constructeurs européens continuent à créer des voitures de très grand luxe, rivales des voitures américaines de la catégorie la plus élevée. Des solutions mécaniques d'avant-garde y sont appliquées, qui, probablement, feront un jour partie intégrante du mécanisme des voitures de série.

1947, confirmation de 1946

Le Salon d'octobre 1946, que l'on a pu appeler « Salon des prototypes », avait permis d'examiner un certain nombre de petits véhicules non commercialisés, pour lesquels les ingénieurs français introduisaient des techniques constituant d'indéniables nouveautés et une progression certaine vers des voitures plus rationnellement conçues (1).

Le Salon de 1947 a permis de constater que, dans l'ensemble, les innovations de l'an passé ont, en général, été retenues et se sont généralisées. De toute part, l'assaut est donné contre la conception de la voiture telle qu'elle s'était maintenue pendant près de trente années : moteur vertical à l'avant, châssis à cadre indépendant, essieux rigides, roues arrières motrices, boîte de vitesses à engrenages.

(1) Voir *L'automobile et la motocyclette*, numéro hors série de *Science et Vie*, 1947.

(1) Voir « L'automobile française », *Science et Vie*, n° 350.

Seule, une technique semble en régression par rapport à l'an passé : l'usage du moteur monocylindrique, qui ne conserve plus comme adeptes, en France, que le motocar M.-A. Julien, d'ailleurs très perfectionné, et, en Italie, que quelques petits motocars ultralégers (Volugrafo, Fimer).

Trois stades d'évolution

Dans chacune des catégories de véhicules définies plus haut, l'observateur aura pu constater, au Salon, la coexistence de trois conceptions ; le passage de l'une à l'autre marque la marche du progrès.

La première de ces conceptions est celle de la voiture demeurée classique. Modernisée, perfectionnée dans ses détails, profitant des progrès réalisés dans l'usinage, cette voiture emprunte sa technique orthodoxe aux principes éprouvés datant aujourd'hui de quinze ans. Le châssis est

générale d'orientation ; tout au plus peut-on dégager certains principes dont nous verrons l'application dans l'étude des nouveaux modèles :

— la structure monocoque, ou « monolithe », est, sur le véhicule de demain, une règle ;
— les moteurs, de peu d'encombrement, seront, de préférence, soit à cylindres opposés à plat, soit en V ;

— le moteur peut être soit à l'avant, soit à l'arrière, mais, dans tous les cas, le véhicule n'aura plus d'arbre de transmission de grande longueur passant sous la caisse ;

— la suspension sera à quatre roues indépendantes ou semi-indépendantes, et à flexibilité automatiquement variable, réduisant la flexion des ressorts (ou des éléments élastiques) en proportion directe de la charge supportée ;

— enfin, sans être généralisée, l'utilisation des

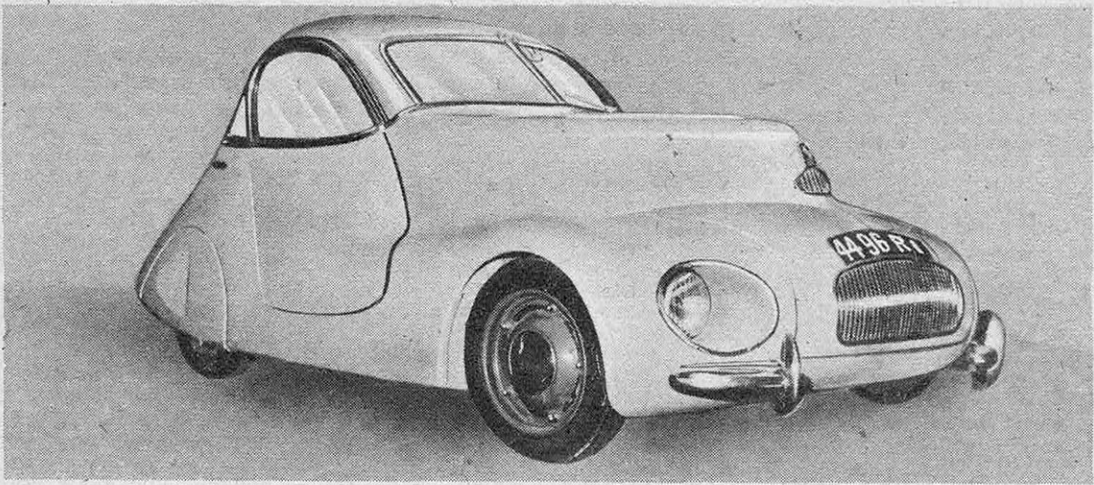


FIG. 1. — COACH AÉRODYNAMIQUE « DOŁO » A CAISSE COQUE, MOTEUR A QUATRE CYLINDRES HORIZONTAUX REFROIDI PAR L'AIR, ROUES AVANT MOTRICES

un cadre autonome, le moteur est à l'avant, les essieux sont rigides, la boîte est à commande manuelle avec synchronisation. Le nombre de ces types de voitures se réduit sans cesse, bien que conservant des tenants de grande valeur.

La seconde conception, qui englobe la majeure partie des types de voitures actuellement construits, est apparue il y a douze ou treize ans : cette voiture, quelles que soient sa taille et sa puissance, possède un cadre rigide supportant une caisse profilée tout acier ; la suspension avant est à roues indépendantes ; le moteur, qu'il soit à soupapes en tête ou latérales, développe entre 25 et 28 ch par litre de cylindrée (7 ch par litre et par millier de tours/mn). Parfois, la structure est monocoque et les roues avant sont motrices, mais l'allègement est loin d'avoir été poussé au maximum.

Enfin, troisième catégorie, celle des voitures réellement d'après guerre, et conçues pour apporter des solutions radicales au problème capital de demain : maximum d'économie de carburant et d'économie d'exploitation. Toutes les données techniques d'établissement ont été reconsidérées. Trop de dispositions variées sont présentées au Salon pour déterminer de manière rigide la ligne

nouveaux matériaux, alliages légers et matières plastiques, progressé de manière sensible pour la construction des organes mécaniques, des éléments de carrosserie et des accessoires.

Voitures françaises de technique orthodoxe

Deux firmes présentent des châssis de structure classique : Ford-Poissy et Hotchkiss.

La voiture Ford « 472 A » emprunte la technique de tradition éprouvée depuis l'apparition en 1936 des voitures « Alsace » : moteur à huit cylindres en V, suspension à essieux rigides, et ressorts transversaux, carrosserie monopiece tout acier. Elle diffère du modèle d'avant guerre par des améliorations importantes, notamment pour le moteur (augmentation des diamètres de portées du vilebrequin ; montage d'une nouvelle pompe à eau à débit accru et de nouvelles culasses à taux de compression plus élevé), pour la transmission (commande de vitesses sur la colonne de direction) et pour la suspension (montage de barres stabilisatrices anti-roulis, avant et arrière, à action conjuguée). Le moteur huit-cylindres en V à soupapes latérales a une cylindrée de 2 225 cm³

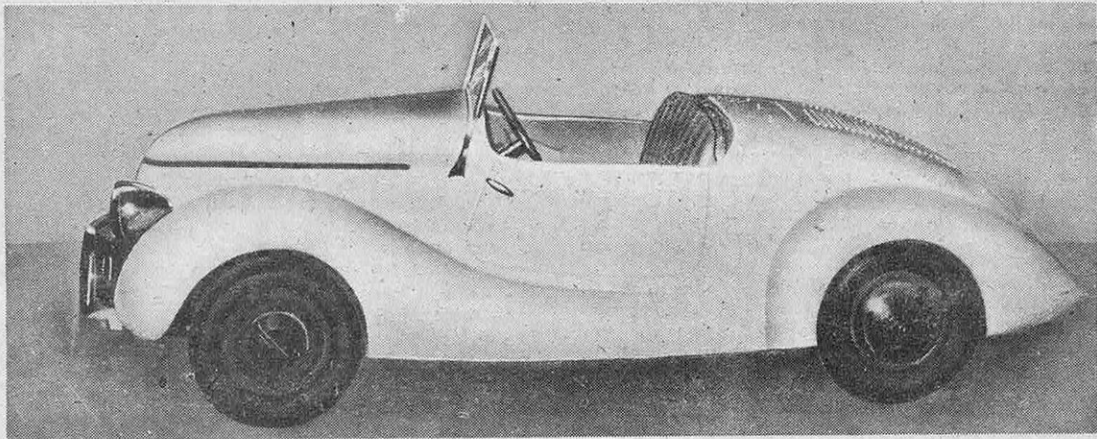


FIG. 2. — MOTOCAR « BOITEL » A MOTEUR 3 CH, DEUX CYLINDRES, DEUX TEMPS, MONTÉ A L'ARRIÈRE, REFROIDI PAR EAU, AVEC CARROSSERIE MONOCOQUE TOUT ACIER ET CAPOTE ESCAMOTABLE

(alésage 66,04 mm, course 81,28 mm), et développe 60 ch à 3 800 tours/mn.

Ces modèles, munis de freins Lockheed, sont complétés par des pare-chocs nouveaux de style « américain ».

Les usines Hotchkiss ont concentré leur activité sur la fabrication du modèle 20 ch à moteur six-cylindres, dit « 686 ». Sa technique est très connue : moteur en ligne à culbuteurs, cylindrée 3 485 cm³ (alésage 86 mm, course 100 mm) développant 95 ch à 4 000 t/mn, châssis-cadre à croisillon en X, ressorts semi-elliptiques et essieux rigides. Depuis 1946, le châssis est muni d'une boîte électromagnétique Cotal à quatre vitesses, commandée au volant. Les modèles présentés sont habillés de carrosseries de luxe ouvertes ou fermées réalisées dans les ateliers Hotchkiss.

Bugatti présente le prototype de la nouvelle 1,500 litre, type « 73 C », également classique.

Voitures françaises à roues avant indépendantes

Dans cette catégorie, les trois types de voitures Citroën conservent leur structure très per-

sonnelle adoptée par la marque depuis treize ans. Perfectionnées d'année en année dans les détails de leurs organes, ces voitures monocoques à traction avant sont bien connues. Les améliorations les plus récentes ont porté sur le renforcement de l'embrayage et sur la suspension arrière, réalisée par barres de torsion. Les trois types actuellement en production sont la Berline « 11 légère » à moteur « Performance », la Berline « 11 normale » munie du même moteur, et la Berline six-cylindres du type « 15 Six ». Le modèle le plus construit, la berline 11 légère, a une cylindrée de 1,911 litre (4 cylindres 78 × 100) ; la puissance développée est de 56 ch à 3 800 tours/mn.

Les châssis Delage et Delahaye, tous deux construits aux usines Delahaye, comportent des moteurs six-cylindres à soupapes en tête, à haut rendement, une suspension à roues avant indépendantes et une transmission à boîte électromagnétique Cotal. Le moteur Delage est un 3 litres développant 95 ch à 4 000 tours/mn.

Outre les châssis six-cylindres type « 135 », et le quatre-cylindres 11 ch, Delahaye entreprend la construction d'une nouvelle 4,5 l de grand luxe, qui introduit des innovations telles

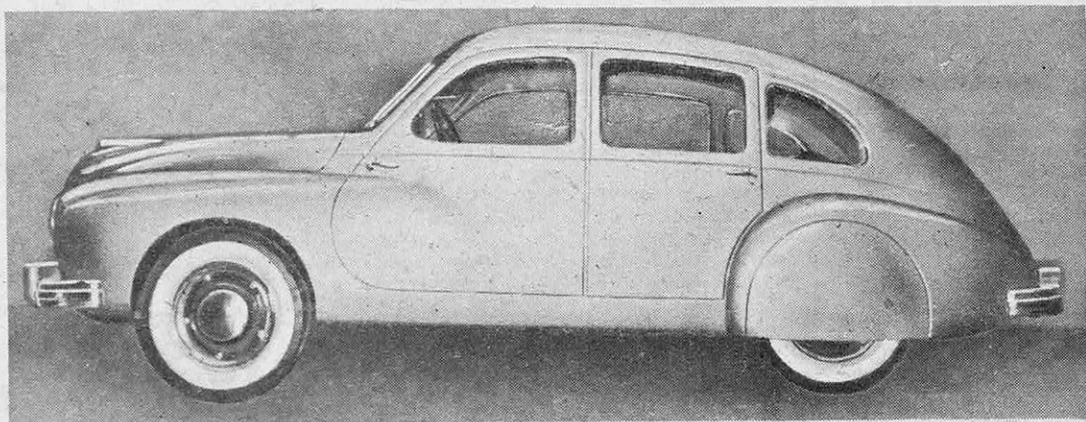


FIG. 3. — LIMOUSINE « GRÉGOIRE » AÉRODYNAMIQUE, SUR CHASSIS-CARCASSE EN ALPAX COULÉ (RÉALISÉE PAR HOTCHKISS), MOTEUR A QUATRE CYLINDRES HORIZONTAUX, ROUES AVANT MOTRICES, SUSPENSIONS A FLEXIBILITÉ VARIABLE

que : suspension avant indépendante du type « Dubonnet » à ressorts hélicoïdaux sans carter, essieu arrière à cardans latéraux et carter de pont suspendu type de Dion, châssis extrarigide à double berceau, croisillon et plancher soudé. Le moteur, suivant l'emplacement du châssis sur lequel il est monté, développe 120 ou 125 ch s'il est équipé d'un seul carburateur, 140 ch avec trois carburateurs. La boîte de vitesses est une Cotal électromagnétique et le couple de pont est à denture hypoïde (1).

En l'absence du modèle 203 de 1 300 cm³ actuellement en préparation, Peugeot exposait la gamme de voitures utilisant le châssis « 202 », dont nous rappelons quelques caractéristiques : moteur 1 133 cm³ développant 30 ch, châssis bloctube, pont arrière à vis, freins Lockheed.

La caractéristique particulière des châssis *Salmson* est de comporter un moteur quatre-cylindres à double arbre à cames en tête. Ce moteur à haut rendement existe en deux cylindrées : le 10 ch type « S 461 » de 1,730 cm³ et le 13 ch type « S 4 E » de 2 320 cm³. Les puissances

(1) Dans le pont arrière dit « hypoïde », le pignon d'attaque se trouve situé au-dessous de l'axe de la couronne, ce qui permet un abaissement de l'arbre de transmission. Il en résulte une forme particulière de la denture de ce couple d'engrenages (Voir *Science et Vie*, n° 261, mars 1939, page 205).

développées sont respectivement de 50 ch à 4 200 tours/mn et de 68 ch à 3 500 tours/mn ; à ces chiffres correspondent les puissances unitaires élevées de 6,9 et 8,35 ch par litre et par millier de tours/mn. Les deux types comportent les roues avant indépendantes, une direction à crémaillère, et la boîte Cotal. Le premier est équipé de freins mécaniques, le second de freins Lockheed. Une nouvelle carrosserie de ligne moderne était présentée avec le châssis S 4 E.

Les usines *Rosengart* de la Société Industrielle de l'Ouest Parisien (S. I. O. P.) ont exposé cette année deux types de carrosseries équipant leur nouvelle voiture *Supertrahuit ST8*. Cette voiture emprunte sa technique à la supertraction 11 ch de 1939 ; plus étoffée cependant, elle est munie d'un moteur Ford « Mercury » à huit cylindres en V de puissance fiscale 22 ch, développant 95 ch à 3 600 tours/mn. Le châssis-caisson surbaissé comporte quatre roues suspendues indépendamment par barres de torsion ; la rigidité de ce caisson permet la réalisation de cabriolets décapotables. D'un poids, en charge de 1 850 kg, cette voiture dispose de plus de 51 ch par tonne.

Enfin, dans la classe des voitures de luxe à haute performance, les usines *Talbot* construisent le châssis *Lago-Record* muni d'un moteur 4 482 cm³ à soupapes inclinées en tête, dévelop-

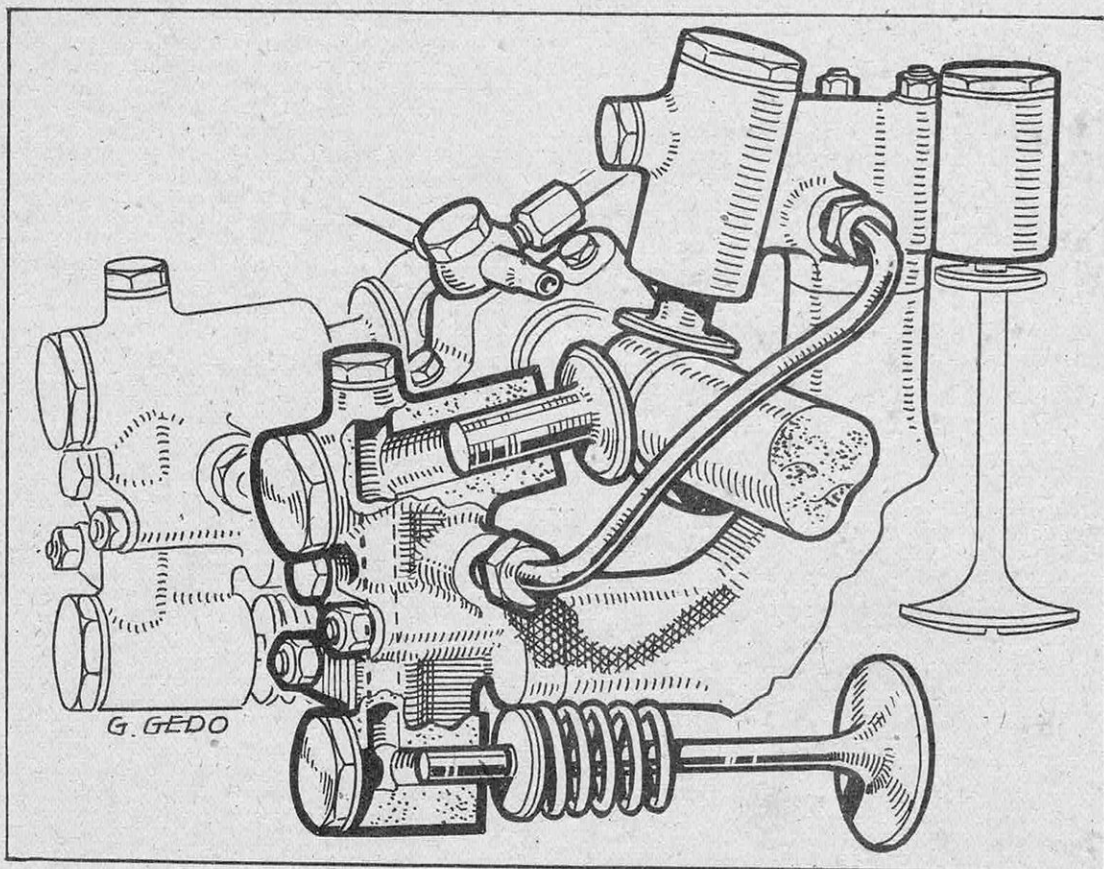


FIG. 4. — SUR LE MOTEUR « CLAVEAU », UN ARBRE A CAMES CENTRAL AGIT SUR DES PISTONS QUI COMMANDENT HYDRAULIQUEMENT LA LEVÉE DES SOUPAPES

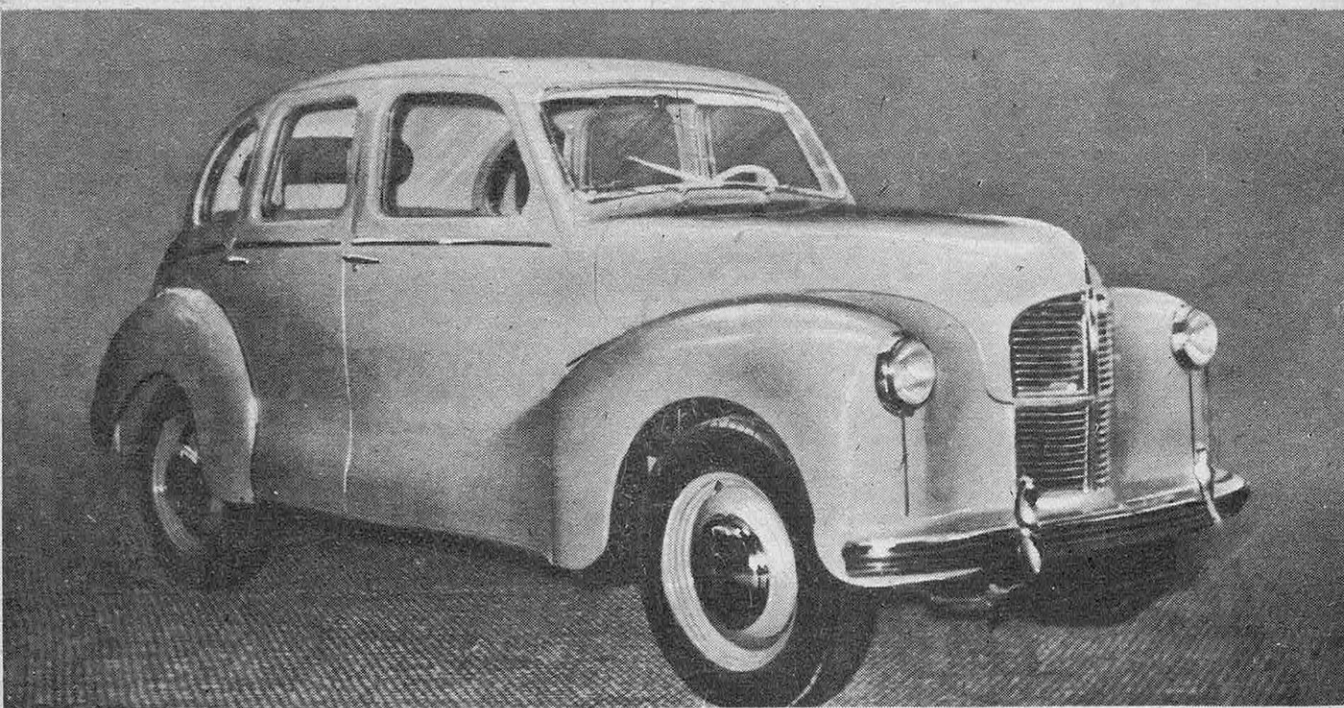


FIG. 5. — LIMOUSINE « AUSTIN DEVON », MOTEUR A QUATRE CYLINDRES, 40 CH, ROUES AVANT INDÉPENDANTES AVEC RESSORTS A BOUDIN, COMMANDE DES VITESSES SOUS LE VOLANT

pant plus de 170 ch à 4 200 tours/mn. Ce châssis dérive directement de celui de la voiture de compétition 4,5 l sans compresseur, victorieuse du grand prix de l'A. C. F. en 1947, dont il utilise maints organes : bloc-moteur, boîte, essieu avant, direction.

Voitures et prototypes français de technique nouvelle

Dix constructeurs français, anciens et nouveau-venus, ont présenté des modèles qui se différencient nettement de la construction courante d'avant guerre.

La 5 ch *Bernardet* est à bloc tracteur avant : cet ensemble mécanique, aisément détachable en une seule unité englobant la direction à crémaillère, le train avant et le système de frein Lockheed, comporte un moteur quatre-cylindres horizontal (*flat-four*) de 798 cm³, développant 23 ch à 4 000 tours/mn, et se trouve monté à l'extrême avant du châssis-poutre qui, cette année, peut être équipé soit en cabriolet décapotable deux places, soit en berline quatre places allégée à panneauage aluminium, tous deux à vue totale.

Le motocar 3 ch *Boitel* a été entièrement redessiné. S'il conserve la formule « tout à l'arrière » du modèle 1946, le moteur est maintenant un deux-cylindres à deux temps (licence D. K. W.) de 500 cm³, à refroidissement par eau. La caisse-coque à deux places, en tôle d'acier, possède les roues avant indépendantes et comporte à l'arrière une suspension à ressorts à boudins, avec amortisseurs télescopiques à huile. La boîte comporte trois vitesses. La direction est à crémaillère et les freins sont des Lockheed. D'un poids de 350 kg, ce motocar, de ligne moderne et à capote escamotable, est équipé d'une installation électrique sous 12 V.

Au stand *Claveau* était exposé, à côté de la maquette de soufflerie de la voiture Descartes, le groupe mototracteur avant de cette nouvelle huit-cylindres. Utilisant largement les alliages légers, ce moteur est prévu pour développer plus de 80 ch à 4 200 tours/mn ; les soupapes, commandées par arbre à cames en tête, comportent des

pussoirs hydrauliques système Wrangel. Cette voiture possédera un coefficient de traînée aérodynamique faible grâce à son profilage très étudié.

La Société B. D. G. a réalisé un prototype de voiture légère, la *Dolo J. B.* à deux-trois places. Ce petit véhicule est également une traction avant allégée, munie d'un moteur de 570 cm³ à quatre cylindres opposés horizontaux et soupapes en tête. Le refroidissement est à air forcé. La transmission aux roues avant comporte une boîte à quatre vitesses, la suspension étant à quatre roues indépendantes. La carrosserie est dénuée d'aspérités, conduisant à un faible coefficient de traînée. Une disposition particulière à la voiture *Dolo* est son toit-coupole entièrement transparent, construit en plexiglas, qui vient rejoindre un pare-brise arrondi très large, le tout procurant une visibilité intégrale ; la protection contre le soleil est obtenue à l'aide d'un store doublant la coupole.

La firme *Dolo* étudie un modèle plus important, muni d'un moteur horizontal à huit cylindres opposés deux à deux, et comportant quatre places et quatre portes.

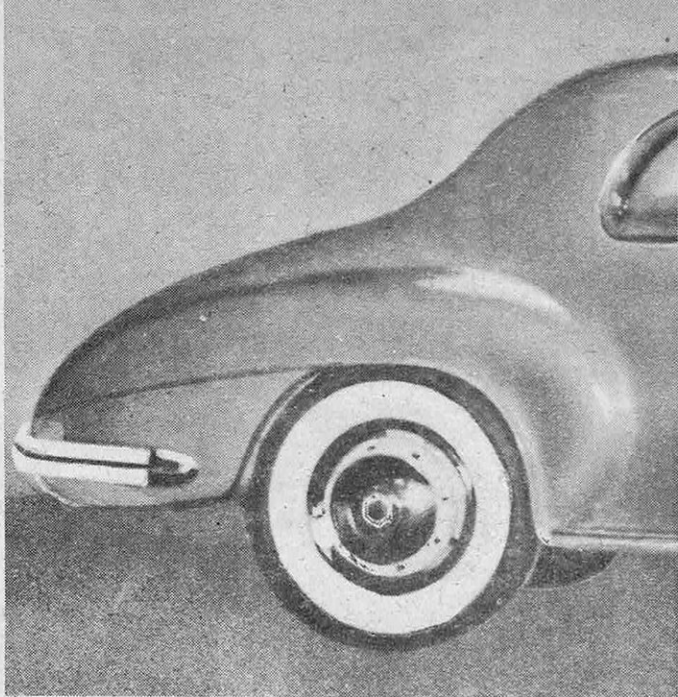
En collaboration avec l'*Aluminium Français*, l'ingénieur J.-A. Grégoire avait réalisé un prototype de voiture économique à traction avant, à moteur 590 cm³ dont la principale particularité résidait dans la structure de la carcasse-châssis construite en alliage d'aluminium traité (alliage APM et duralinox). Cette année, M. Grégoire a présenté au Salon le prototype d'un modèle dérivé de cette petite voiture, dite *A. F. Grégoire* et prévu pour le transport de cinq passagers. Ce modèle conserve toutes les techniques expérimentées sur la petite voiture (1). Le moteur double *flat-twin* à quatre temps, refroidi par eau, comporte deux demi-carters supportant trois paliers ; les cylindres 86 mm x 86 mm sont munis de chemises humides et les soupapes placées en tête sont commandées par culbuteurs et tiges bimétal (acier-dural) évitant les effets de

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

dilatation ; la forme spéciale des culasses, provoquant une turbulence à efficacité proportionnelle au régime, supprime la nécessité d'une avance variable à l'allumage ; le carburateur Solex vertical est réchauffé par l'échappement. Avec une cylindrée de 2 l, la puissance maximum est de 64 ch à 4 000 tours/mn, soit 8 ch par litre et par millier de tours/mn. La boîte à quatre vitesses comporte une surmultipliée (rapport 1,31/1 à système spécial de verrouillage) ; un différentiel classique et des arbres à cardans doubles complètent la transmission.

Les suspensions avant et arrière comportent des ressorts hélicoïdaux dont le montage procure une flexibilité variable : les deux suspensions, établies en fonction l'une de l'autre, sont munies de barres de torsion stabilisatrices et complétées par des amortisseurs Houdaille. Les freins sont mixtes : hydrauliques à l'avant, mécaniques à câbles à l'arrière, avec dispositif de sécurité en cas d'avarie à l'un des systèmes. Enfin, le principe de la jante détachable a été conservé pour les roues. En ordre de marche, la conduite intérieure, logeant trois personnes sur la banquette avant, pèse 950 kg, poids sur lequel le châssis-carrosse coulé ne compte que pour 95 kg. La voiture présentée au Salon comportait une carrosserie réalisée par Hotchkiss, alliant à un maximum de confort une très bonne forme de pénétration.

C'est aussi d'un prototype léger présenté en 1946 que dérive la nouvelle *G. Irat* de 2 l de cylindrée, développant 80 ch. La structure est constituée d'éléments en alliage de magnésium coulé assemblés par boulons. Cette nouvelle 2 l est à moteur quatre-cylindres verticaux et propulsion arrière. La boîte de vitesses est une Cotal à quatre combinaisons, la suspension est à quatre roues indépendantes. Prévue comme devant être une voiture de sport, la coque revêt



la forme d'un cabriolet décapotable, comportant trois places de front. La vitesse maximum serait de 150 km/h.

Les techniques de la *Dyna Panhard* (solution « tout à l'avant » : moteur bicylindre 610 cm³, *flat-twin* à air) et de la *Renault 4 ch* (« tout à l'arrière » : moteur quatre-cylindres, 720 cm³, vertical, à eau) n'ont pas évolué : les détails d'habillage ont été perfectionnés, et ces deux modèles totalisent un nombre considérable d'heures d'essais routiers. Des versions « grand tourisme » de ces voitures ont été présentées. Sur le stand de Panhard, une voiture exposée comportait une

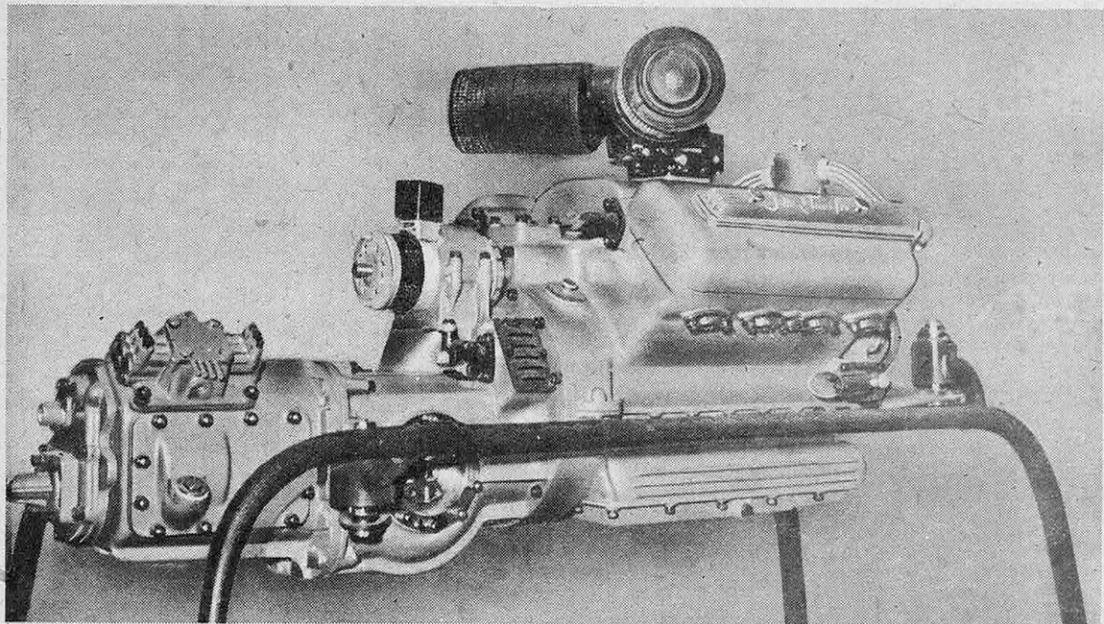


FIG. 6. — GROUPE MOTOPROPULSEUR DE LA VOITURE « MONTEROSA 8C » (ISOTTA FRASCHINI) A CARBURATEUR INVERSÉ A DOUBLE CORPS, PUISSANCE 125 CH A 4 200 TOURS/MN, BOITE A CINQ COMBINAISONS, DONT UNE SURMULTIPLIÉE

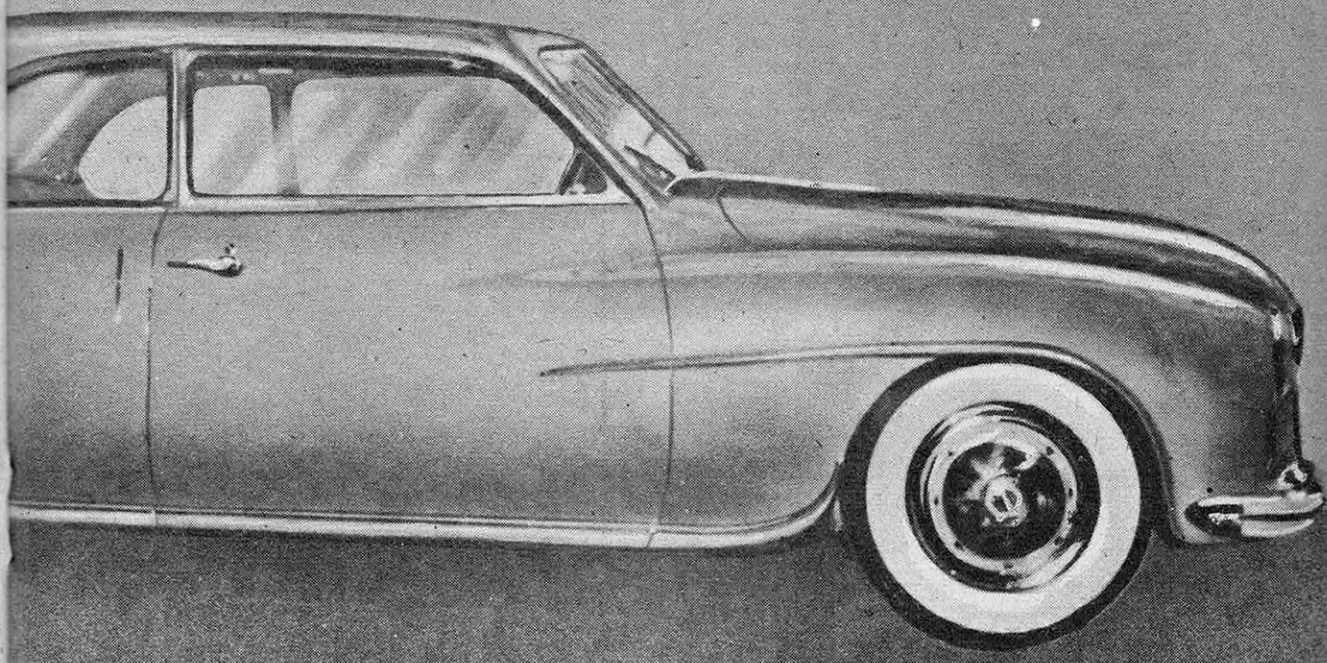


FIG. — 7. — COACH PROFILÉ « TOURING » SUR CHASSIS « MONTEROSA 8C » (ISOTTA FRASCHINI), MOTEUR A HUIT CYLINDRES EN V, MONTÉ A L'ARRIÈRE, BOITE PRÉSÉLECTIVE A COMMANDE A HUILE, SUSPENSION PAR BOUDINS DE CAOUTCHOUC

galerie de toit et un compartiment arrière agencé pour le transport de nombreuses malles (voiture de longs voyages pour deux personnes) ; une autre a été grée en voiture « médecin de campagne », avec suppression de demi-sièges avant et arrière et emplacement pour brancard. Sur le stand Renault, une version de luxe de la 4-ch était équipée d'accessoires spécialement dessinés pour elle : malles, galeries, radio, etc.

Le motocar de 2 ch *Rovin* est la version élargie du modèle 1,5 ch. Ce véhicule a tout spécialement été établi en vue de fournir un service très dur avec une usure nulle. Les organes en sont surdimensionnés, et le moteur « super-carré » (alésage 67 mm, course 60 mm, cylindrée 425 cm³), est limité à la vitesse de rotation de 3 000 tours/mn. A ce régime, il développe 10 ch, valeur suffisante pour déplacer à 60 km/h un véhicule pesant 500 kg en charge (2 personnes).

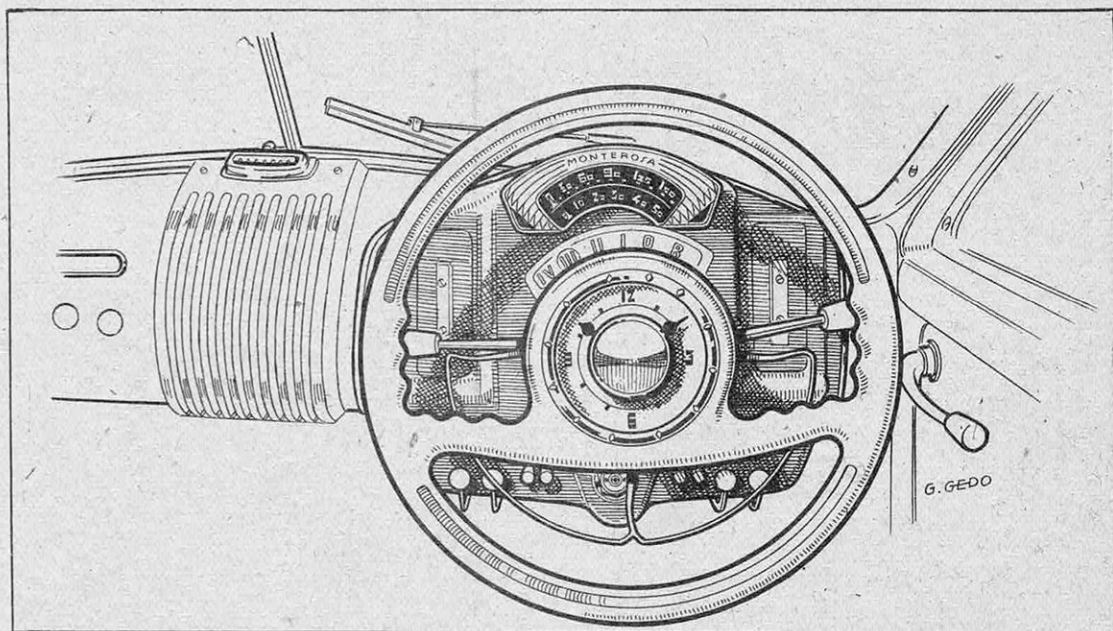


FIG. 8. — COMMANDES DE LA VOITURE « MONTEROSA 8C » : AU CENTRE DU VOLANT, LA MONTRE ; A DROITE, LEVIER DE VITESSES AVEC INDICATEUR DE COMBINAISONS AU-DESSUS DE LA MONTRE

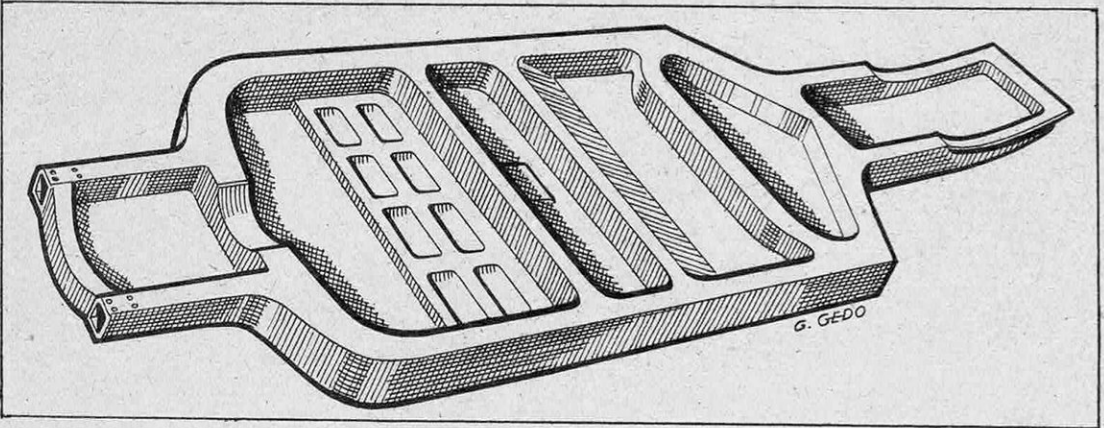


FIG. 9. — CHASSIS-CAISSON DE LA CAPRONI « CEMSA F-11 » A TRACTION AVANT ; LONGERONS ET TRAVERSES BLOCTUBES EN TOLE SOUDEE, PLANCHER PLAT MONOBLOC

La consommation aux 100 km est de 4 litres à une vitesse moyenne de 40 km/h. L'ensemble moteur-transmission est placé à l'arrière d'un châssis-caisson à poutre centrale, suspendu par quatre roues indépendantes au moyen de ressorts à lames à l'avant, ressorts à boudins à l'arrière. La direction est à crémaillère. L'équipement électrique est sur 12 V.

La voiture biplace *Simca-Six* trouve sa place parmi les nouvelles voitures très modernes en raison des performances élevées que lui confère un nouveau moteur à soupapes en tête. Version évoluée de la *Simca-Cinq*, la *Simca-Six* comporte, sur un châssis à nouvelle suspension avant et arrière, une carrosserie d'allure moderne (grille

de calandre genre américain, coffre arrière à bagages abritant le réservoir et la roue de secours). Le moteur à culbuteurs, de 570 cm³, développe 17 ch à 4 000 tours/mn, ce qui confère à la voiture une accélération rapide. Le diamètre des tambours de freins est de 200 mm.

L'énumération des nouveaux châssis s'achèvera par le motocar *Julien* de 325 cm³, seul demeuré fidèle au monocylindrique. Le véhicule conserve sa structure initiale, mais le refroidissement à air, le freinage et la présentation ont subi de nombreuses améliorations.

Les nouveautés étrangères

La participation des constructeurs étrangers fut particulièrement importante à ce Salon ; les marques les plus connues des États-Unis, de Grande-Bretagne, d'Italie et de Tchécoslovaquie, ont tenu à ce que leurs modèles fussent présents à la grande manifestation parisienne.

Parmi ces véhicules, il est possible d'établir un classement entre ceux qui appartiennent ou dérivent d'un type d'avant guerre connu ou amélioré et ceux qui, au contraire, sont des créations toute récentes. C'est surtout cette deuxième catégorie sur laquelle nous insisterons.

La construction américaine

Les modèles américains de construction actuelle nous sont familiers. Leur connaissance technique est d'autant plus aisée à acquérir que les modèles sont d'une conception très standardisée et qui varie peu d'une marque à l'autre.

Actuellement, les puissants groupes américains *Chrysler*, *Ford*, *General Motors* se partagent la production de vastes voitures qui sont toutes des améliorations des modèles de 1941-1942. A leurs côtés, des indépendants tels que *Hudson*, *Nash*, *Packard*, fournissent également des voitures déjà connues, à des détails d'habillage près.

Les nouveautés, en nombre restreint, ne se trouvent qu'auprès du nouveau groupe *Kaiser-Frazer* : cette marque concentre sa production sur une voiture fort orthodoxe dont seule la carrosserie très spacieuse est nouvelle. Son plus luxueux modèle la *Frazer Manhattan*, à moteur de 100 ch, coûte, aux États-Unis, 2 727 dollars (328 000 francs environ).

D'autre part, la firme indépendante *Willlys*

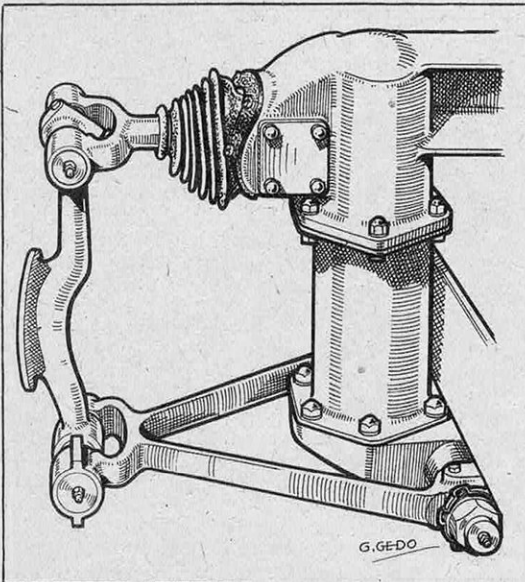


FIG. 10. — SUSPENSION ARRIERE A ROUES INDÉPENDANTES DE LA VOITURE « CAPRONI-CEMSA F-11 » : LE BRAS SUPÉRIEUR EST EN LIAISON AVEC UN PISTON SE DÉPLAÇANT DANS UN CYLINDRE HYDRAULIQUE

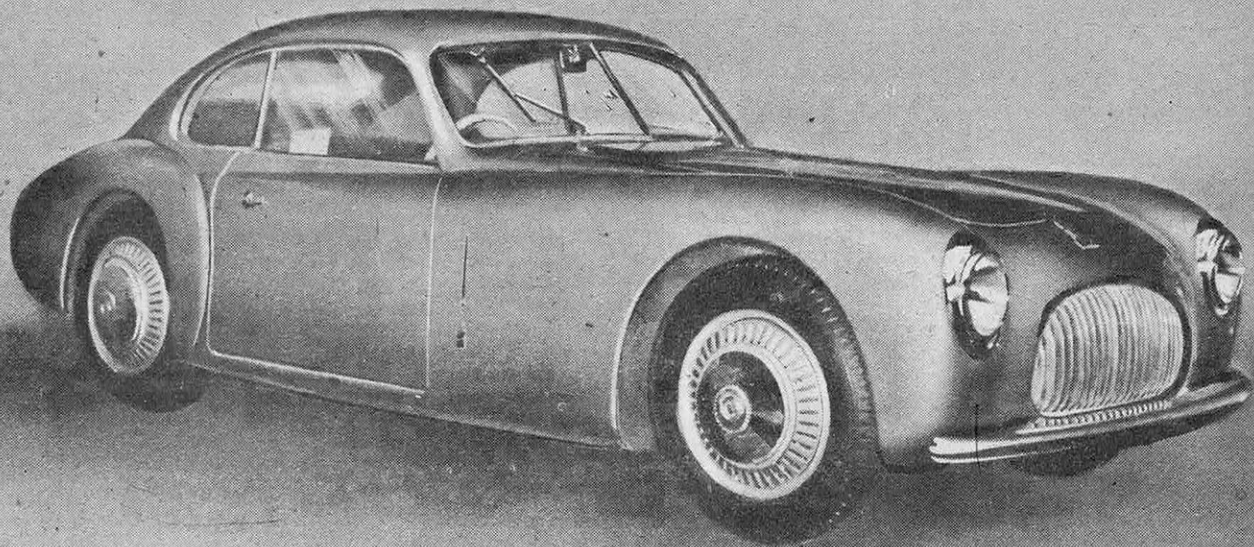


FIG. 11. — COACH « CISITALIA » GRAND SPORT SUR CHASSIS TUBULAIRE SURBAISSÉ, MOTEUR FIAT DE 65 CH, VITESSE MAXIMUM : 170 KM/H

Overland présente un véhicule dérivé de la voiture militaire « Jeep » : le *Jeep Station Wagon*, conduite intérieure commerciale à deux fins ; elle comporte le même moteur « Jeep » quatre-cylindres amélioré de 2 200 cm³, donnant 63 ch, mais l'empattement est de 2,64 m et les roues avant sont indépendantes (ressort transversal). La carrosserie entièrement en tôle imite le bois, rappelant l'allure traditionnelle des « station wagons » américains ou « breaks » de chasse. Sur le même stand est présentée une intéressante adaptation française de ce châssis, équipée d'une carrosserie moderne et nouvelle, à deux et quatre portes, réalisée par *Hotchkiss*.

Enfin, autre indépendant, *Studebaker* présente déjà l'année dernière ses modèles 1947 à visibilité arrière accrue par l'élargissement de la glace de custode.

Il semble qu'à l'heure actuelle les constructeurs américains tiennent prêts leurs nouveaux modèles réellement « d'après guerre », mais ne les présenteront pas avant le milieu de 1948.

La construction britannique

Depuis la fin de la guerre, l'intense effort britannique de production automobile s'est concentré sur la fabrication pure et simple des modèles 1939 à peine modifiés, à l'exception des modèles lancés en fin 1945 et début 1946 (*Ford Anglia*, *Riley « 1500 »* et « 2400 »).

Par contre, un courant très net se dessine outre-Manche pour la création de modèles vraiment inédits. La mise en vigueur de la nouvelle fiscalité anglaise (taxe uniforme de 10 livres sterling par an et par voiture) hâtera cette évolution.

Dès à présent, comme le Salon de Paris permet de le constater, la construction semble s'orienter d'une part vers les voitures de 7 à 8 ch (1 200 à 1 500 cm³), appelées à remplacer les anciennes 5/6 ch (900 à 1 100 cm³), et, d'autre part, vers les voitures de sport ou de luxe, munies de moteurs de 2 ou 3 litres et même parfois davantage. Il semble que l'un ou l'autre de ces types seraient susceptibles d'être exportés avec succès, point d'intérêt capital pour la Grande-Bretagne qui projette d'envoyer sur les marchés mondiaux plus des trois quarts de sa production.

A la première catégorie de ces voitures appar-

tient la nouvelle *Austin « A-40 »*. Il s'agit d'un type nouveau, remplaçant la « *Eight* (5/6 ch) et la « *Ten* » (7 ch). Cette voiture à quatre places réelles existe en conduite intérieure à quatre portes (type « *Devon* ») ou coach à deux portes (type « *Dorset* »). Le moteur est un quatre-cylindres de 1 200 cm³, à soupapes en tête, développant 40 ch. La suspension avant est à roues indépendantes (ressorts à boudin) et la commande des vitesses se fait à partir d'un levier placé sous le volant. Un habillage nouveau complète cette voiture.

Au stand du groupe *Rootes* fut exposée d'autre part la version modernisée de la quatre-cylindres *Humber Hawk* à changement de vitesse commandé sous le volant.

A la seconde catégorie se rattache la luxueuse voiture *Austin « Sheerline »* munie d'un moteur six-cylindres de 3 459 cm³ et présentée avec une carrosserie de grande classe alliant un style traditionnel (arêtes vives) aux tendances nouvelles (ailes raccordées aux panneaux).

L'*Invicta « Black Prince »* de 3 l, de la même classe, comporte un moteur luxueusement établi et à haut rendement (six cylindres, double arbre à cames en tête, double allumage, trois carburateurs ; puissance 120 ch à 4 000 tours/mn, soit 10 ch par litre et par millier de tours/mn), le châssis comprend une transmission purement hydraulique et entièrement automatique ; cet appareil, dénommé *transmetteur Brockhouse*, comprend deux parties accouplées ; un embrayage hydraulique et un convertisseur du couple à élément fixe de réaction ; la conduite de la voiture s'opère sans intervention du conducteur sur la démultiplication, et la pédale d'embrayage est supprimée. Un cadre extra-rigide à plancher indépendant, une suspension à quatre roues indépendantes à longues barres de torsion longitudinales et des carrosseries à panneaux d'aluminium sont les autres nouveautés saillantes de la voiture *Invicta*.

Enfin, dans le domaine de la voiture sport, le stand *Healey* permet d'étudier l'une des plus récentes créations, la 2,400 l à moteur *Riley*. Son châssis très surbaissé et de grande hauteur de poutre possède une suspension à gros ressorts boudin ; le moteur développe 102 ch à 2 500 tours/mn pour un poids total en charge inférieur à 1 500 kg (68 ch/t).

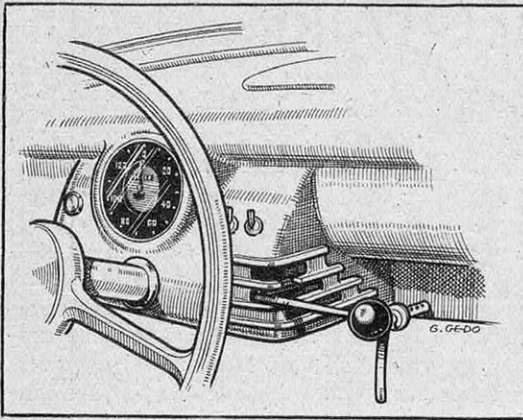


FIG. 12. — TABLEAU DE BORD DE LA VOITURE TCHÉCO-SLOVAQUE « MINOR » A TRACTION AVANT ET MOTEUR DEUX TEMPS. NOTER L'ÉTAGEMENT EN ANGLE DU SÉLECTEUR DE LA BOÎTE A QUATRE VITESSES, DONT UNE SURMULTIPLIÉE

La construction italienne

L'Italie, qui développe actuellement un grand effort pour reconstituer son industrie automobile, a fait figurer au Salon de Paris une sélection de modèles d'un haut intérêt technique. A côté des modèles connus d'avant guerre qui, comme dans les autres pays d'Europe, constituent 85 p. 100 de la production actuelle (*Fiat « 500 », « 1 100 »* et « 1 500 », *Lancia monocoque Ardea* et *Aprilia*), l'Italie a créé depuis la fin de la guerre des modèles d'une conception technique très évoluée et parfois très hardie, habillés de carrosseries inédites, dues aux firmes *Farina, Touring*.

Alfa Romeo a exposé au stand trois types de carrosseries réalisés sur le nouveau châssis sport de 2,6 l, dont le moteur à double arbre à cames en tête développe respectivement 95 et 110 ch sur les modèles sport et supersport.

La *Cisitalia* exposée au Salon était la version « Grand Sport » de la petite voiture de compétition 1 100 cm³ sans compresseur créée par le coureur italien Dusio. Le moteur 1 100 Fiat modifié développe 65 ch. Elle atteint en coupé biplace la vitesse de 170 km/h. Comme la plupart des modèles italiens sport-luxe, elle est munie de roues à flasques comportant des événements de refroidissement.

Maserati a exposé deux versions de la nouvelle 1 500 cm³ sans compresseur type A-6. Le moteur à simple arbre à cames en tête développe 65 ch pour un poids total voisin de 800 kg (coach profilé).

La voiture *Caproni F-11* est une traction avant à moteur *flat-four* (soupapes en tête) monté totalement en porte-à-faux, au niveau du cadre de châssis. Le cadre consiste en un rectangle complet portant une fourche avant, renforcé par trois traverses-caissons et fermé par un plancher soudé. La suspension, à quatre roues indépendantes, est entièrement enfermée et solidaire de très fortes traverses tubulaires venant coiffer le cadre de châssis. La transmission aux roues avant s'opère par une boîte à quatre vitesses et par arbre à cardans doubles et cannelures coulissantes système Spicer. La direction est égale-

ment fixée sur la traverse avant de suspension. Ce châssis reçoit une carrosserie de ligne moderne, aux ailes intégrées aux panneaux, et pour l'habillage de laquelle il est fait un large usage de l'aluminium (grille de calandre, accessoires).

L'*Isotta-Fraschini 8C Monterosa*, voiture de très haut luxe, est de conception également originale.

C'est une semi-monocoque ; le châssis comprend non seulement l'infrastructure, mais également un élément monolithe constitué par le tablier. Le moteur, logé à l'arrière, est un huit-cylindres en V de 3 400 cm³, développant 125 ch à 4 200 tours/mn ; les soupapes sont en tête et l'alimentation se fait par un carburateur double. La boîte à cinq vitesses, dont une surmultipliée, est commandée hydrauliquement à distance à partir de la colonne de direction ; l'embrayage est aussi à commande hydraulique. Tout l'ensemble motopropulseur est logé dans le coffre arrière, dont l'intérieur est garni de panneaux de duralumin avec interposition de matières insonores.

La suspension à quatre roues indépendantes substitue aux ressorts des blocs annulaires de caoutchouc, conjugués avec des amortisseurs. Les freins sont hydrauliques. La constitution même du châssis permet une grande diversité de carrosseries, très profilées, mais dont l'esthétique est rendue classique par la grille de calandre du radiateur placé à l'avant. Détail particulier, le tableau de bord, très original, comporte un système de masques cachant normalement les appareils de contrôle à l'exception du compte-tours et de l'indicateur de vitesse ; en cas d'avarie quelconque, un voyant lumineux s'éclaire, et il ne reste plus qu'à démasquer les appareils pour déceler l'origine de l'avarie.

La construction tchèque

Depuis longtemps habitués aux solutions d'avant-garde, les constructeurs tchèques ont profité de leur avance pour conserver, à des détails près, leurs modèles connus. La deux-temps monocoque « *Jawa Minor* », à traction avant, figurait cette année aux côtés de la classique *Skoda « 1 101 »* à poutre centrale et quatre roues indépendantes. D'autre part, la puissante voiture *Tatra « 07 »* à moteur arrière de 2968 cm³ refroidi par air n'a subi que des changements légers, notamment pour le capotage avant qui a été redessiné.

A côté de l'aspect artistique conféré au Salon de Paris par la participation des grands carrossiers français, l'impression d'ensemble à emporter de ce XXXIV^e Salon de l'Automobile est celle de la coexistence momentanée de deux techniques constructives mondiales différant totalement : d'une part, la technique traditionnelle qui, sans cesse perfectionnée, a donné naissance à la « voiture type » produite par tous les grands pays, aux dimensions et détails près ; d'autre part, la technique future, celle qui appelle les voitures de demain et qui se libère des principes ou pratiques admis jusqu'à présent. De la voiture « tout à l'avant » et la voiture « tout à l'arrière » il n'est pas encore possible de discerner celle qui connaîtra la plus grande diffusion. Mais un fait est aujourd'hui certain : les jours de la voiture « 1920 », perfectionnée en 1930, modernisée en 1935 et encore construite en 1947, sont désormais comptés.

J. ROUSSEAU

LA CARIE DENTAIRE

par Jean HÉRIBERT

La carie dentaire, maladie des plus banales, est aussi l'une dont les causes et le processus de déclenchement sont les plus mal connus. Nombreux sont les facteurs dont les médecins ont étudié l'influence sur le développement de la carie : facteurs externes d'une part (acidité du milieu buccal, microflore buccale), facteurs internes d'autre part (race, hérédité, âge, sexe, état général, hormones, vitamines, équilibre alimentaire). Mais l'importance du rôle respectif de ces différents facteurs n'est pas bien établie, et l'intervention de certains d'entre eux est même encore discutée. Il semble qu'on puisse incriminer dans cet insuccès le caractère peut-être insuffisamment méthodique des procédés d'investigation jusqu'ici employés pour l'étude de la carie. Depuis quelques années, on tend à penser que les facteurs internes et externes se trouvent le plus souvent associés, mais qu'il existe des caries de causes primitivement internes et d'autres de causes primitivement externes, ces dernières relevant non seulement de la chirurgie dentaire, comme les premières, mais également d'un traitement général approprié.

La carie dentaire a fait souffrir l'homme depuis la plus haute antiquité. L'homme paléolithique ne semble pas l'avoir connue, mais l'homme néolithique (1) en était déjà affecté dans une proportion de 3 à 4 % (contre 20 à 40 % actuellement). Égyptiens, Chaldéens, Grecs et Romains, nous ont laissé des témoignages écrits et des dents qui montrent qu'ils ont souffert de la carie et ont cherché à la combattre. Depuis la Renaissance, la carie a fait l'objet d'un grand nombre de recherches. Mais ce n'est qu'à la fin du siècle dernier qu'a commencé la phase véritablement active de son étude.

Diverses définitions ont été proposées de la carie. Une des plus généralement admises considère cette maladie comme « une altération spéciale de la dent, caractérisée par sa nature chimico-parasitaire et sa progression centripète, déterminant une désintégration plus ou moins complète de l'organe ». Mais une telle définition n'est pas pleinement satisfaisante, car, d'une part, elle peut s'appliquer également à d'autres affections (telles que les *lacunes cunéiformes*), et, d'autre part, elle fait état de caractères dont il n'est pas démontré qu'ils accompagnent obligatoirement la carie.

En fait, les stomatologistes sincères reconnaissent avec Tellier que, dans l'état actuel de la science, « nous sommes bien incapables de donner une bonne définition de la carie dentaire ». Cet aveu donne une première idée de la faible étendue des connaissances qu'on a actuellement dans le domaine de la carie.

Un autre fait significatif à cet égard est l'absence d'études d'ensemble sur la carie chez les animaux. Quelques dentistes ou vétérinaires l'ont bien observée sur certains animaux, surtout domestiques, mais leurs descriptions sont très incomplètes et ne se rapportent qu'à quelques espèces. La seule conclusion utile qui se dégage de ces travaux est que la carie revêt chez le singe les mêmes formes que chez l'homme.

(1) La période paléolithique, ou âge de la pierre taillée, est l'époque la plus ancienne de l'âge de la pierre ; elle précéda la période néolithique ou âge de la pierre polie, que l'on fait remonter à quelque six mille années avant J.-C.

La structure de la dent

Pour étudier la carie, il faut évidemment connaître la structure des tissus auxquels elle s'attaque. Ceux-ci, les « tissus durs » de la dent, appartiennent tant à la couronne (partie visible) qu'à la racine (partie invisible) de la dent (fig. 1).

La *couronne* est faite de deux tissus différents, l'émail et la dentine. L'émail est une substance dure, nacré, translucide, composée presque exclusivement de substances minérales, qui constitue la partie extérieure de la couronne. Son épaisseur est relativement grande vers le bord de la dent (2 à 6 mm) et diminue progressivement vers le collet. L'émail a une structure de prismes juxtaposés, qui se révèle au microscope par des stries longitudinales et transversales (fig. 2 et 3). La *dentine*, qui constitue l'intérieur de la couronne, porte également le nom d'*ivoire*. C'est une substance jaunâtre ou blanchâtre, moins dure que l'émail et dont la couleur transparaît à travers celui-ci. La dentine est traversée par des *canalicules dentaires* (fig. 3 et 4) qui contiennent les *fibrilles de Tomes*. Par sa structure et sa composition (70 % de matières minérales), la dentine s'apparente au tissu osseux.

La *racine* de la dent est, comme la couronne, composée de deux substances. L'une d'elles, le *cément*, est une lame osseuse qui forme la couche externe (fig. 5). L'autre, la *dentine radiculaire*, est identique à la *dentine coronaire*, qu'elle prolonge sans discontinuité.

Enfin, à l'intérieur de la dent sont ménagés la *chambre* et le *canal pulpaire*, qui contiennent un tissu mou traversé de nombreux filets nerveux et vaisseaux sanguins, la *pulpe* (fig. 6). Au contact de la dentine, la pulpe présente une couche de cellules spéciales appelées *odontoblastes*, qui jouent un rôle capital dans l'élaboration des matériaux de la dentine. Par leurs extrémités, les odontoblastes sont en rapport d'ailleurs avec les fibrilles de Tomes de la dentine.

Ces notions sommaires d'histologie permettent de comprendre comment les tissus dentaires sont affectés par l'évolution du processus carieux.

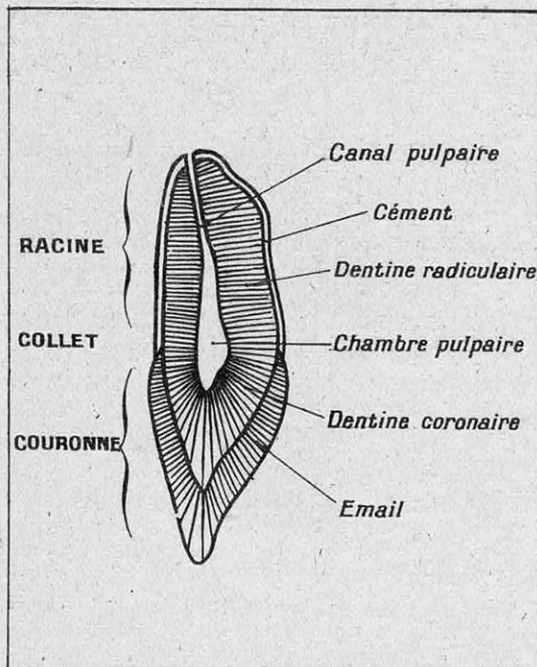


FIG. 1. — COUPE D'UNE DENT (INCISIVE SUPÉRIEURE)

Comment se présente la carie

La carie n'affecte pas indifféremment toutes les dents : certaines présentent une sensibilité particulière, d'autres une immunité relative (fig. 7). La carie a aussi sur chaque dent des sièges de prédilection. Mais, quelle que soit sa localisation, les grandes lignes de son évolution restent les mêmes.

Pendant une première phase, la carie n'intéresse que l'émail. Si c'est la face triturante de la dent qui est atteinte, il prend une coloration jaunâtre ou brunâtre, un aspect crayeux et rugueux. Si c'est une face latérale, la couleur devient plutôt grisâtre. Certains stomatologistes pensent qu'une coloration foncée est l'indice d'une évolution plus lente et plus limitée qu'une coloration claire. La zone cariée peut être nettement tranchée, ou, au contraire, se perdre insensiblement dans la zone saine.

En se développant, la carie atteint la dentine. Elle y creuse une cavité qui peut s'étendre soit en surface, soit en profondeur, soit dans les deux directions à la fois. Il est fréquent que cette cavité soit beaucoup plus étendue que l'orifice par lequel elle communique avec l'extérieur. La paroi d'émail peut alors s'effondrer sous une pression très légère et révéler ainsi une cavité ignorée.

A l'irritation créée par la progression de la carie dans la dentine, la dent réagit par la production, à l'intérieur de la chambre pulpaire, de « dentine secondaire », qui peut finir par se substituer progressivement à la pulpe (fig. 8).

Au dernier stade de son évolution, la lésion carieuse peut enfin atteindre la pulpe, qui se trouve ainsi exposée à l'infection (gangrène pulpaire). La destruction des tissus durs se poursuivant, la couronne peut se fracturer, et

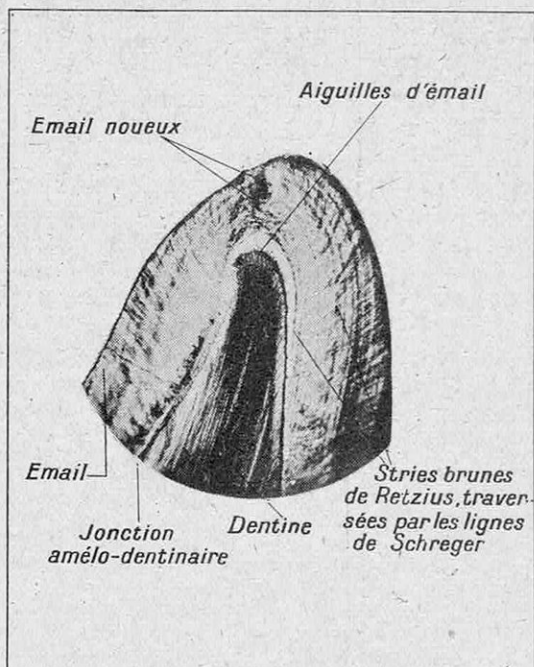


FIG. 2. — COUPE LONGITUDINALE DU BORD D'UNE INCISIVE HUMAINE ADULTE FAISANT APPARAÎTRE LA STRUCTURE STRIÉE DE L'ÉMAIL (D'APRÈS J.-S. DICK)

la carie peut gagner la racine et la détruire progressivement. Les caries primaires de la racine sont peu fréquentes et ne s'observent que lorsque la protection gingivale fait défaut (fig. 10).

Une lésion carieuse présente trois zones distinctes (fig. 9) :

- une zone de *destruction* ou de ramollissement, dans laquelle on trouve des cellules géantes ou *odontoclastes* (1) qui agiraient un peu à la manière de microbes (fig. 11) ;

- une zone d'*invasion*, ou zone opaque, dans laquelle les canalicules de la dentine sont enflés et les fibrilles de Tomes dilatées ;

- une zone *translucide* de forme conique, en face du sommet de laquelle la pulpe présente toujours des odontoblastes altérés.

Alors que certains auteurs considèrent la zone translucide comme *hypercalcifiée* et résistante, d'autres, au contraire, la prétendent *décalcifiée* et ouverte à l'invasion. Seuls des dosages méthodiques du calcium dentinaire permettraient sans doute de trancher la question.

D'autre part, l'incertitude la plus totale règne sur le point de savoir si cette zone translucide résulte d'une réaction des odontoblastes sous l'influence de la carie, ou si c'est, au contraire, l'altération des odontoblastes qui est à l'origine de tout le processus carieux, qu'elle déterminerait par le truchement de la zone translucide.

La première conception, qui est classique, a de moins en moins d'adeptes. On tend plutôt à penser, depuis quelques années, que c'est une atteinte odontoblastique primitive qui détermi-

(1) Ne pas confondre *odontoblastes*, cellules pulpaire élaborant la dentine, et *odontoclastes*, cellules géantes pathologiques.

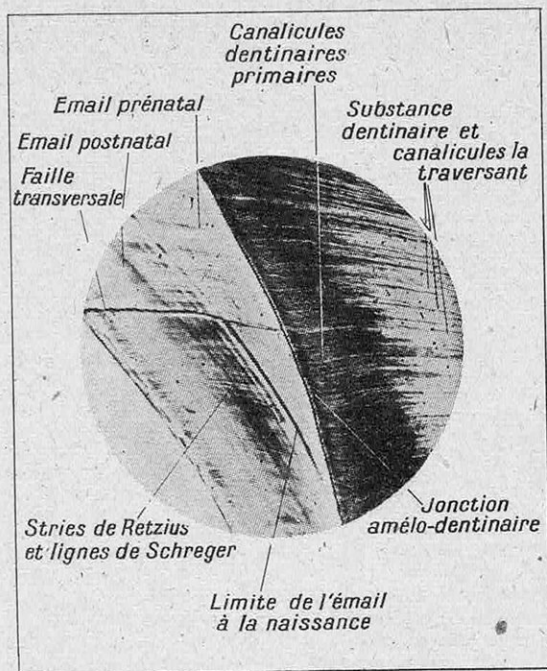


FIG. 3. — COUPE LONGITUDINALE D'UNE MOLAIRE HUMAINE TEMPORAIRE (« DENT DE LAIT ») MONTRANT LA STRUCTURE DE L'ÉMAIL ET DE LA DENTINE (D'APRÈS AITCHINSON ET DICK)

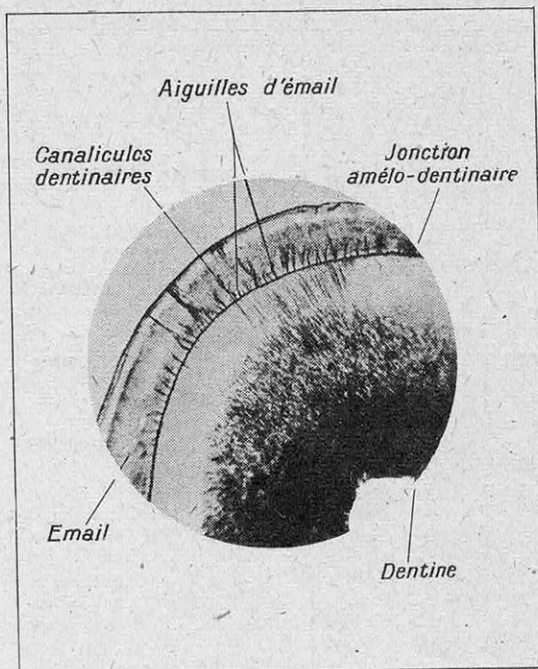


FIG. 4. — COUPE TRANSVERSALE DE LA COURONNE D'UNE DENT HUMAINE MONTRANT LES CANALICULES DENTINAIRES ET LEUR COMMUNICATION AVEC LES AIGUILLES DE L'ÉMAIL (D'APRÈS J.-S. DICK)

nerait l'évolution du processus carieux. Mais la cause de la perturbation initiale reste mystérieuse.

Les facteurs de la carie

Dans l'espoir de préciser quelle est cette cause, on a étudié les relations entre la carie dentaire et les divers facteurs susceptibles d'être en rapport avec son évolution. A cet égard, il n'est guère d'influence interne ou externe qui ne puisse être incriminée, à plus ou moins juste titre : race, hérédité, âge, sexe, microbes, hormones, vitamines, équilibre alimentaire, état général, etc.

La race joue un rôle certain, et il est classique d'admettre que certains peuples sont prédisposés à être atteints par la carie (Caucasiens, par exemple) tandis que d'autres y sont naturellement résistants (nègres, arabes, métis de toutes races). En France, les départements du Nord-Ouest, de l'Ouest (sauf la Bretagne) et du Sud-Ouest sont les plus affectés ; ceux du Plateau Central, du Midi, des Alpes et de la Bretagne le sont le moins (fig. 13). Cette répartition, apparemment difficile à expliquer, a été rapprochée par certains auteurs de celle des deux races principales qui peuplèrent primitivement notre pays : Celtes et Kimris. On a aussi voulu l'attribuer à des similitudes de régime alimentaire, ou à la nature géologique du terrain (qui conditionne la composition de l'eau de boisson, notamment sa teneur en calcium). Mais aucune de ces explications n'est pleinement satisfaisante.

L'hérédité immédiate peut également exercer

une influence qui est moins bien connue encore et dont l'étude méthodique reste à entreprendre. Des recherches partielles sur la carie chez les jumeaux univitellins n'ont abouti à aucune conclusion définitive.

Le rôle de l'âge et du sexe n'est guère mieux mis en lumière. Les périodes de huit à dix ans, seize à vingt ans, trente-cinq à quarante-cinq ans sont généralement reconnues comme les plus critiques. Les femmes sont plus atteintes que les hommes, dans la proportion de trois pour deux environ. Ce fait est vraisemblablement dû à la décalcification temporaire déterminée par la grossesse et la lactation. Un vieux dicton ne déclare-t-il pas que « chaque enfant coûte une dent à sa mère » ? Mais on manque de statistiques précises à l'appui de cette croyance traditionnelle et certains auteurs nient que les mères de famille aient une moins bonne denture que les femmes célibataires du même âge.

Enfin, l'état de santé général de l'organisme exerce une influence indiscutable, mais mal connue, sur sa sensibilité à la carie. Certaines maladies comme la fièvre typhoïde déclenchent très fréquemment une poussée de polycarie ; il est également classique d'admettre que la tuberculose favorise la carie. Mais les statistiques dressées pour le prouver sont très contradictoires — ce qui ne démontre pas qu'il n'y ait aucune relation entre la tuberculose et la fréquence des caries, mais plutôt que ces statistiques ne sont pas établies de façon scientifique. Il est fort possible que tuberculose et carie soient souvent déterminées simultanément par une déficience de l'état général de l'organisme. Mais la décalci-

fication, souvent invoquée à ce propos, est vraisemblablement plutôt un effet qu'une cause.

Tous ces facteurs ne jouent cependant dans la détermination de la carie qu'un rôle secondaire. D'autres, par contre, peuvent être envisagés comme de véritables causes possibles de la carie. Ils sont d'ordre chimique, microbien, alimentaire et vitaminique.

La carie et le milieu buccal

Comme de nombreux autres domaines de la science et de la médecine, l'étude de la carie se ressent des modes qui, à chaque époque, mettent au premier plan de l'actualité tel ou tel aspect commun de tous les phénomènes étudiés. Le développement subit de la chimie à la fin du XVIII^e et au début du XIX^e siècles incitait ainsi les savants d'alors à ramener à des mécanismes chimiques nombre de processus physiopathologiques. La carie notamment fut alors attribuée à l'attaque chimique de la dent par les acides du milieu buccal.

Magitot pouvait ainsi définir la carie, il y a une centaine d'années, comme « une simple dissolution de sels calcaires dans les tissus des dents par un agent acide développé ou amené à leur contact ». Certaines recherches récentes ont certes confirmé que la composition chimique et le taux d'acide du milieu buccal peuvent le rendre capable, dans certains cas, d'exercer une action agressive sur les tissus dentaires. La carie professionnelle des ouvriers travaillant à la fabrication d'acides volatils comme l'acide chlorhydrique, ainsi que celle des confiseurs (fig. 12) en donnent d'ailleurs la preuve indiscu-

table. Force est pourtant de reconnaître que ces facteurs de causalité ne peuvent être invoqués de façon exclusive que dans un nombre limité de cas particuliers et qu'ils ne peuvent, en général, jouer qu'un rôle accessoire.

A la théorie chimique succéda, au milieu du siècle dernier, une théorie physiologique dont la vogue était causée par l'essor récent de la physiologie à cette époque. On « expliqua » alors la carie par une inflammation de la dentine. Mais ce n'est qu'avec les découvertes de Pasteur et l'élaboration subséquente d'une théorie microbienne de la carie qu'on fut pour la première fois en possession d'une hypothèse de travail vraiment féconde.

Il est de fait qu'un grand nombre de micro-organismes vivent à l'état de parasites dans le milieu buccal, et que certains d'entre eux se trouvent de façon constante dans les lésions carieuses des dents. Selon Kligler, chaque milligramme du dépôt improprement appelé « tartre » qui recouvre normalement les dents contient plusieurs millions de bactéries. Aussitôt après un repas, celles-ci sont encore trois fois plus nombreuses qu'à jeun, et les dents non brossées portent environ quatre fois plus de micro-organismes que des dents brossées (d'où l'importance de pratiques hygiéniques telles que brossage biquotidien des dents et rinçage de bouche après chaque repas). Dans les cavités de dents cariées, on a trouvé jusqu'à 100 millions de bactéries par milligramme de dépôt.

Mais peut-on attribuer à ces micro-organismes une action spécifique dans la carie ? C'est ce que de nombreux chercheurs se sont attachés

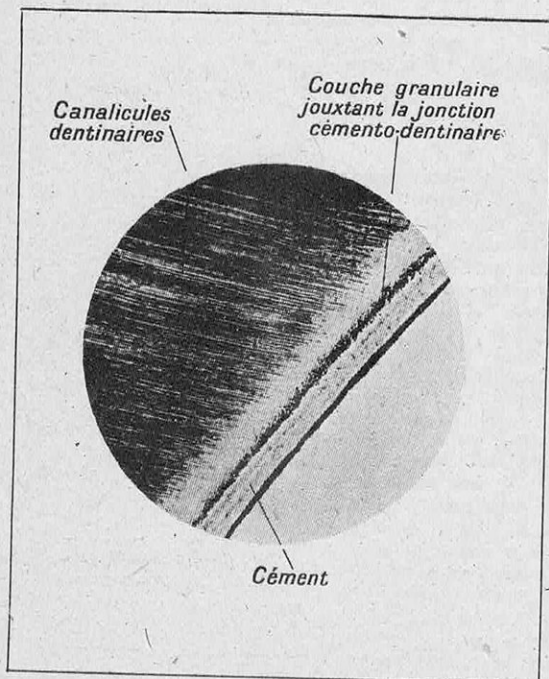


FIG. 5. — COUPE LONGITUDINALE DE LA RACINE D'UNE DENT HUMAINE ADULTE MONTRANT LA LAME DE CÉMENT QUI ENTOURE LA DENTINE (D'APRÈS AITCHINSON ET DICK)

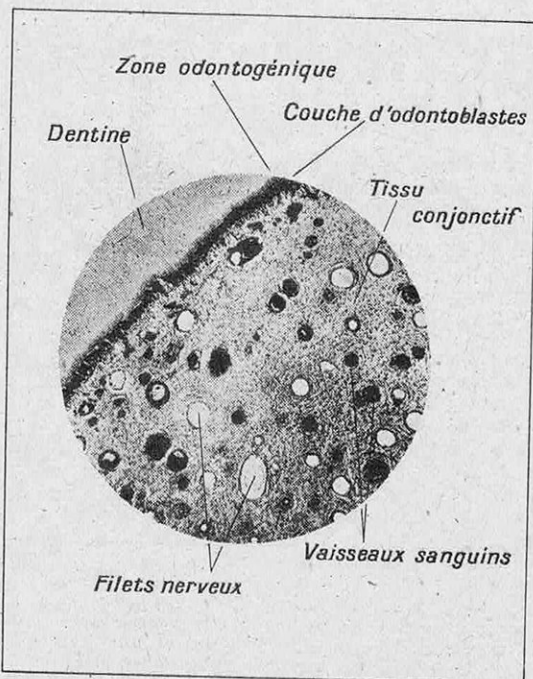


FIG. 6. — COUPE TRANSVERSALE DE PULPE DENTAIRE HUMAINE JEUNE

La dentine, élaborée par les odontoblastes, cellules spéciales de la pulpe, se forme dans la zone odontogénique.

à démontrer, en vain semble-t-il jusqu'ici. La présence de microbes tels que le *Bacillus acidophilus* semble certes accompagner presque obligatoirement celle de lésions carieuses, et les fermentations acides auxquelles ils donnent lieu jouent probablement un rôle dans le développement de celles-ci. L'influence néfaste des aliments hydrocarbonés sur l'état de la denture est significative à cet égard, car on sait que les microbes parasites de la bouche transforment les sucres en acides, et prolifèrent abondamment lorsque des déchets d'aliments hydrocarbonés stagnent dans le milieu buccal. Mais il n'a jamais été possible de démontrer de façon certaine que ces micro-organismes pussent à proprement parler provoquer la carie, ni même qu'ils fussent absolument indispensables à son évolution.

Au surplus, les partisans de la théorie parasitaire sont eux-mêmes divisés sur le point de savoir si les microbes qu'ils incriminent attaqueraient directement le tissu dentaire, ou s'ils ne feraient que désagréger une substance déjà affaiblie par une décalcification interne. On est donc loin d'avoir fait la lumière sur les relations de la flore buccale et de la carie dentaire.

La carie et le régime alimentaire

Nombre de spécialistes inclinent actuellement à attribuer l'affaiblissement interne qui précède peut-être l'attaque microbienne au déséquilibre de l'alimentation moderne. Il est de fait que l'évolution du régime alimentaire de l'homme « civilisé » tend de plus en plus à accorder une place prépondérante aux aliments hautement

raffinés, au détriment des aliments « naturels ». Le prototype de ces aliments raffinés est le sucre qui contient pratiquement 100 % de saccharose pur, ce qui lui confère évidemment une valeur énergétique très élevée, mais en fait un facteur de déséquilibre dans l'alimentation. Le blutage de la farine à un taux peu élevé a le même effet, à un degré un peu moindre, mais avec des conséquences plus graves encore, en raison de la place primordiale qu'occupe le pain dans l'alimentation des peuples civilisés, en période d'abondance tout au moins.

Ce n'est certainement pas par une coïncidence fortuite que la diffusion du régime alimentaire moderne avec pain blanc, sucre, etc., dans les pays moins évolués s'accompagne toujours d'une montée en flèche du taux de carie.

Dans certaines îles de Mélanésie, il a ainsi suffi que des navires transportant des produits alimentaires raffinés fissent escale régulièrement, pour faire apparaître un taux de carie de 22 à 29 % là où il était auparavant de 0,4 %, soit insignifiant. Chez les Esquimaux vivant au voisinage de ports, 20 à 30 % des dents sont altérées ; chez ceux qui habitent des contrées quasi-inaccessibles, le taux de carie ne dépasse jamais 0,3 %.

Or, parmi les défauts qui caractérisent le régime alimentaire moderne, les deux plus importants sont :

- sa teneur excessive en glucide (hydrates de carbone) par rapport aux protides (matières albuminoïdes) et aux lipides (corps gras) : déséquilibre *hyperglucidique* ;
- sa teneur souvent insuffisante en vita-

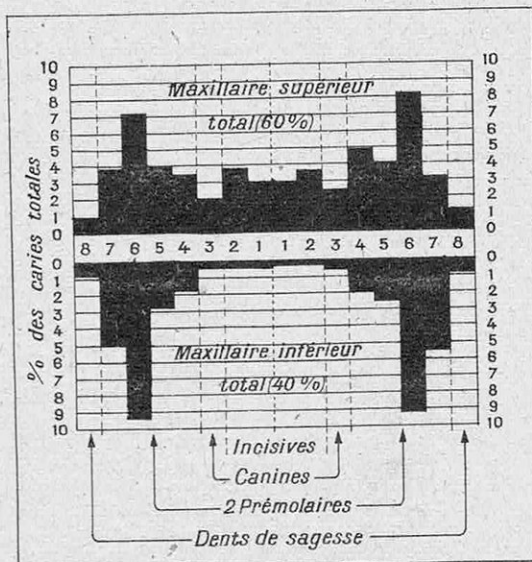


FIG. 7. — LOCALISATION DES CARIES DENTAIRES

La carie des dents n'atteint pas toutes les dents dans une égale proportion. Les canines présentent une immunité relative, les incisives inférieures une immunité presque totale. Au contraire les secondes molaires et les premières molaires inférieures sont très fréquemment touchées. Le graphique ci-dessus a été établi d'après les statistiques établies par Magilot il y a près d'un siècle et portant sur 10 000 caries. On ne possède pas en France de statistique plus récente qui ait été établie avec la même rigueur.

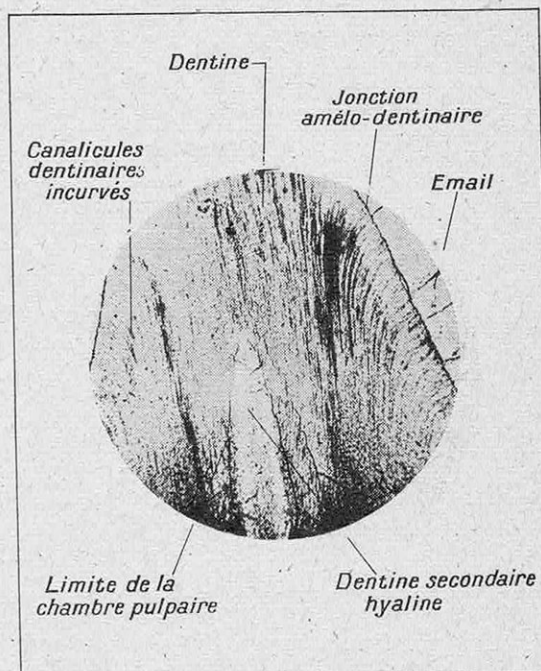


FIG. 8. — COUPE LONGITUDINALE D'UNE INCISIVE HUMAINE ADULTE MALADE MONTRANT LA DENTINE SECONDAIRE QUI EMBLIT LA CHAMBRE PULPAIRE (D'APRÈS AITCHINSON ET DICK)

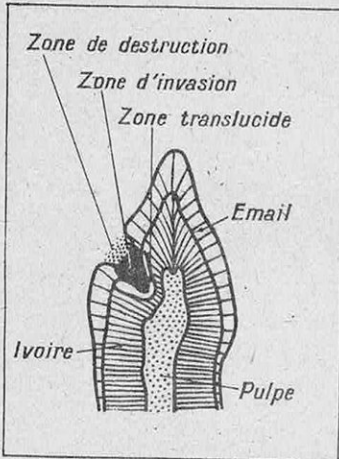


FIG. 9. — COUPE D'UNE COURONNE CARIÉE

La zone translucide, qui délimite la zone opaque d'invasion, a la forme d'un cône. Les odontoblastes de la pulpe qui se trouvent en face du sommet de ce cône présentent toujours des altérations plus ou moins marquées (d'après Cavalieri).

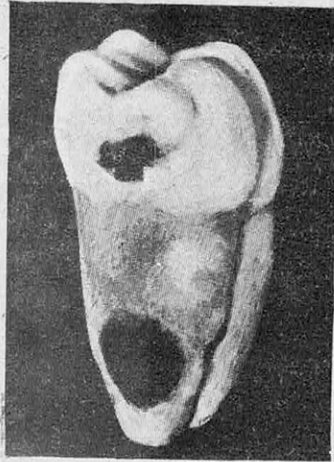


FIG. 10 — UN EXEMPLE DE CARIÉ RADICULAIRE

La carie peut s'attaquer directement à la racine lorsque celle-ci se trouve à nu. L'évolution est alors souvent très rapide, et risque d'occasionner la décapitation de la couronne (d'après Fargin-Fayolle et Friesz).

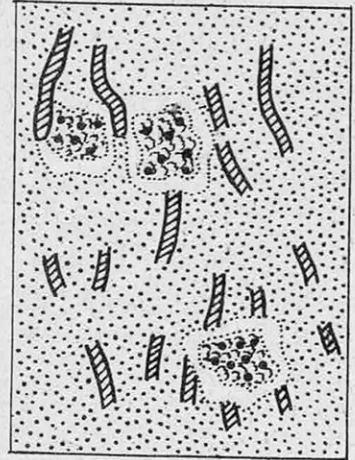


FIG. 11. — ODONTOCLASTES DANS LA ZONE DE DESTRUCTION D'UNE CARIÉ

Les odontoclastes sont des amas protoplasmiques entourés d'une zone claire et possédant plusieurs petits noyaux formés à partir de cellules de la gencive ou de la pulpe et qui exercent une action destructive sur la dentine (d'après Cavalieri).

mines, dont certaines sont précisément nécessaires au métabolisme des glucides : déséquilibre hypovitaminique.

Ces deux déséquilibres sont d'autant plus dangereux que leurs effets s'additionnent. Si le premier n'atteint pas en général des proportions qui soient néfastes par elles-mêmes, le second, par contre, retient l'attention des auteurs qui attribuent à l'alimentation un rôle prépondérant dans la genèse de la carie.

Les vitamines et la santé de la denture

Les vitamines interviennent, on le sait, dans presque tous les processus physiologiques importants de l'organisme, leur action se conjuguant avec celle des hormones, diastases, et autres substances « directrices ». La dent, qui compte parmi les sièges les plus actifs de certains de ces processus, se ressent donc nécessairement de certaines carences.

La vitamine A, souvent qualifiée d'*anti-infectieuse*, assure l'intégrité des téguments et muqueuses. Sa carence rend leurs premières assises sensibles à la moindre éfraction et permet ainsi l'irruption de microbes dans l'organisme. La gencive et le ligament alvéolo-dentaire peuvent s'en ressentir. Il a, d'autre part, été prouvé sur des animaux que la carence en vitamine A provoquait une altération des odontoblastes et de l'émail et aussi qu'elle modifiait la sécrétion salivaire — dont on sait l'importance pour le bon état de la denture.

Les vitamines du complexe B, surtout l'aneurine (vitamine B₁), sont importantes par le rôle qu'elles jouent dans le métabolisme des glucides, en participant à la constitution de certaines diastases. Le fait que la surcharge de l'alimentation en aliments glucidiques pauvres en vitamines B favorise la carie suggérerait donc une relation possible entre carie et vitamines B. Mais les recherches entreprises pour

le démontrer n'ont abouti jusqu'ici à aucune conclusion certaine.

Par contre, les rapports de la vitamine C (antiscorbutique) avec la denture sont mieux connus. Les cobayes soumis à un régime scorbutigène présentent de sérieuses altérations odontoblastiques et une dégénérescence marquée des fibrilles de Tomes. La calcification de l'émail et de la dentine est perturbée. Mais il resterait à prouver que le régime alimentaire des populations touchées par la carie présentât une carence en vitamine C, ce qui est plus que douteux. On peut, certes, invoquer l'existence possible d'avitaminoses frustes, mais on manque de données précises pour étayer une telle hypothèse.

La vitamine PP (antipellagreuse) ne paraît pas avoir d'influence importante sur les dents.

La vitamine D (antirachitique), dont on connaît le rôle régulateur dans le métabolisme phosphocalcique en général et dans l'ossification en particulier, est peut-être la plus importante du point de vue dentaire. La malformation des dents accompagne fréquemment le rachitisme — ce qui ne signifie pas que la carie soit particulièrement fréquente chez les rachitiques. On a, d'autre part, de bonnes raisons de penser que la fixation du calcium dans les dents se fait suivant un processus analogue à celui de la calcification osseuse, qui est réglée par la vitamine D.

Mais la relation entre la carie et le métabolisme du calcium est très mal connue. S'il est classique d'admettre que la carie s'accompagne toujours d'une décalcification plus ou moins poussée, ce que semblent confirmer certains faits « cliniques », aucun résultat physiologique ou biochimique ne leur a apporté la confirmation sans laquelle cette concordance ne saurait être envisagée autrement que comme une hypothèse.

Les vitamines E, F, H, K, P, etc., n'ont pas

encore été étudiées dans leurs rapports avec la denture.

Au total, l'étude des rapports entre les vitamines et la santé des dents apporte donc des résultats partiels, mais qui ne permettent de tirer aucune conclusion certaine relativement à la carie. Cependant, ainsi que le remarquent fort justement les D^{rs} Fargin-Fayolle et Friesz, « dans la mesure certainement très grande où l'équilibre alimentaire et vitaminique intervient dans la formation et l'entretien des tissus dentaires, il agit également dans la prévention de la carie ».

Théories « externistes » et théories « internistes »

Toutes les théories émises pour rendre compte de l'origine de la carie relèvent de l'un ou l'autre de deux grands courants d'idées. Les unes insistent en effet sur le rôle des facteurs *externes* dans le déclenchement du processus carieux, les autres sur l'importance des facteurs *internes*.

Pour les tenants des théories *externistes*, la carie résulterait d'une attaque *chimico-parasitaire* des tissus dentaires. Cette opinion est surtout fondée sur la présence constante de microbes dans les lésions carieuses et sur l'existence d'un certain nombre de cas de carie dont l'origine purement externe paraît indiscutable. Mais on peut lui faire de nombreuses objections.

Une origine externe de la carie ne permet pas en effet d'expliquer l'immunité que présentent certains individus malgré le tartre et les fermentations résultant d'une hygiène buccale très insuffisante, voire inexistante. Elle ne rend pas compte non plus de l'inégale répartition des caries sur les différentes dents, ni de l'immunité relative de certaines parties des dents : l'immunité relative de la face linguale des dents, par exemple, ne saurait s'expliquer par le nettoyage automatique réalisé par les mouvements de la langue, puisque des mouvements équivalents des joues et des lèvres ont lieu contre la face opposée — qui, de plus, est la seule que la brosse nettoie efficacement.

L'influence de la grossesse et de l'allaitement ne peut non plus s'expliquer par des facteurs externes. C'est assez gratuitement, semble-t-il, que certains invoquent à ce propos une action possible de l'acide chlorhydrique stomacal amené dans la bouche par les vomissements. Quelques auteurs réfutent d'ailleurs cette objection en mettant en doute, faute de statistiques précises, l'existence même de la carie de grossesse.

De même pour l'action de maladies comme la tuberculose sur la carie : si cette action existe effectivement, les théories *externistes* ne sauraient en rendre compte. Mais existe-t-elle ? C'est ce dont il est permis de douter en l'absence de preuves décisives.

L'insuffisance des théories *externistes* étant généralement reconnue aujourd'hui, peut-on à plus juste titre invoquer l'action des facteurs *internes*, c'est-à-dire attribuer la carie à une altération des tissus dentaires sous une influence humorale ou nerveuse ?

Les objections qu'on peut opposer à une telle explication sont certes moins probantes. Le fait que certaines caries spéciales (caries professionnelles, carie des dents dévitalisées) soient certainement d'origine purement externe ne prouve pas en effet qu'il en soit nécessairement de même dans les autres cas. La présence de microbes

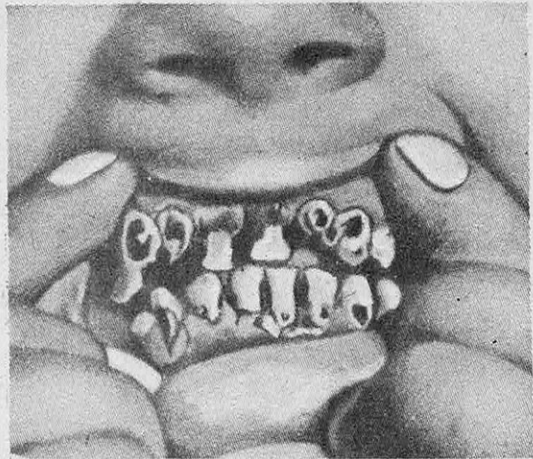


FIG. 12. — CARIE DES CONFISEURS

Les confiseurs, professionnellement tenus d'avoir presque constamment des produits sucrés en bouche pour les goûter, présentent très fréquemment une polycarie spéciale, qui a son siège au ras des gencives et présente une tendance marquée à la récurrence.

actifs sur les dents ne prouve rien non plus, car ils pourraient très bien, de même que les bactéries intestinales, ne devenir pathogènes que lorsque l'intervention préalable d'un autre facteur affaiblit le tissu environnant.

Il reste cependant que, si c'étaient vraiment des facteurs internes qui déterminaient l'atteinte carieuse — ainsi qu'on a tendu à le penser depuis une vingtaine d'années — le processus par lequel agirait ces facteurs demeurerait encore tout à fait mystérieux. Ceux qui ont tenté de le définir ont dû se contenter d'émettre de pures hypothèses.

Conceptions actuelles

Quel que soit par ailleurs le rôle des facteurs externes, il semble aujourd'hui difficile de mettre en doute la concordance avec la carie d'une altération des odontoblastes. Mais celle-ci est-elle antérieure ou postérieure à l'instauration du processus ? On ne peut émettre sur ce point que des suppositions.

Une théorie très en vogue depuis quelques années consiste à tourner la difficulté en associant facteurs internes et externes et en leur attribuant une importance relative différente selon les diverses formes que peut prendre la carie. En dehors des cas, peu nombreux, où une origine purement externe peut être invoquée, on distinguerait ainsi deux ordres de mécanismes pathogéniques :

— les caries de cause *primitivement interne*, à l'origine desquelles se trouverait une altération des odontoblastes, déterminant secondairement une modification de l'émail et de la dentine et rendant ainsi possible un envahissement microbien ;

— les caries de cause *primitivement externe*, qui débiteraient par une attaque des tissus durs, laquelle, retentissant sur les odontoblastes, se doublerait ensuite d'une sensibilisation interne.

Dans l'un et l'autre processus, facteurs externes et internes se trouveraient étroite-



FIG. 13. — RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DE LA CARIE DENTAIRE EN FRANCE
Jusqu'en 1867, le mauvais état des dents était un motif d'exemption pour le service militaire. C'est ce qui a permis à Magitot d'établir des statistiques plus précises et plus générales que toutes celles qu'on a pu dresser depuis lors (d'après Magitot).

ment associés, les uns ou les autres pouvant jouer le rôle prépondérant selon le cas. Ainsi se trouverait justifiée l'opinion jadis émise par Rousseau Decelle et selon laquelle « la carie dentaire est un chaos où se mêlent les affections les plus diverses ».

Le traitement de la carie

Les traitements que l'on applique actuellement pour prévenir ou combattre la carie sont de deux ordres : général et local.

Le traitement *général*, surtout indiqué en cas de polycarie, consiste à combattre la cause à laquelle on croit pouvoir attribuer l'origine de la carie : déficience organique, défaut d'hygiène, etc. Mais cette cause n'est connue que dans des cas très exceptionnels; et les moyens d'action que l'on peut mettre en œuvre sont assez illusoire. Les médications calciques, souvent

recommandées, ont un effet rien moins que certain, même quand elles sont associées à des vitamines ou à des extraits opothérapiques (1).

On obtient par contre plus de succès avec le traitement *local*, qui relève de la chirurgie dentaire. Il consiste :

— à exciser les tissus envahis, ainsi qu'une zone de sécurité dans le tissu apparemment sain (qui peut être infiltré sans encore présenter d'altération visible) ;

— à imprégner au moyen d'un antiseptique la dentine qui constitue les parois de la cavité ainsi préparée ;

— à réparer la perte de substance par de l'amalgame, du ciment ou une prothèse de façon à restaurer l'utilité et, si possible, l'esthétique de la dent.

L'*extraction* n'est indiquée que lorsque le traitement conservatif n'est plus possible.

Il semble que les résultats du traitement devraient contribuer à départager les partisans des théories interniste et externiste, mais il n'en est rien, car ces résultats ne sont pas absolument constants. Une dent cariée convenablement traitée est presque toujours mise à l'abri d'une récurrence, ce qui témoignerait plutôt en faveur des externistes. Mais, dans certains cas, on observe des récurrences perpétuelles qui sembleraient donner raison aux internistes. Ici encore, le débat reste donc ouvert.

Pour le trancher, la stomatologie devra perfectionner considérablement les méthodes d'investigation, et rassembler un nombre suffisant de faits expérimentaux. A cet effet on devra faire appel à des disciplines scientifiques spéciales telles que :

— la *biochimie*, qui établira la nature des échanges métaboliques normaux et pathologiques de la dent ;

— la *statistique*, qui fournira les résultats rigoureux que ne peuvent donner les enquêtes menées par des praticiens souvent insuffisamment initiés à leur emploi scientifique.

J. HÉRIBERT

(1) Les médicaments *opothérapiques* sont extraits d'organes animaux, en particulier de glandes endocrines.

« Un arrêt dans l'évolution scientifique signifierait non pas que la science est achevée et la réalité atteinte, mais bien que l'esprit humain déchoit. »

Paul COUDERC

UN RECORD DE LA TECHNIQUE DE LA COULÉE DE L'ACIER

par Jacques BRÉDAT

DANS le domaine de l'outillage métallurgique comme pour la production de l'acier, c'est vers la réalisation d'appareils de plus en plus puissants que se sont tournés les efforts des métallurgistes au cours des vingt dernières années. Une très grande variété de presses à forger est mise en œuvre, dont la puissance varie avec l'importance du travail à exécuter. Celles à commande hydraulique servant à l'emboutissage vont de 50 à 1 000 tonnes ; pour les gros lingots, leur puissance atteint couramment 2 000 à 6 000 tonnes, et, en Amérique, aux aciéries de Bethlehem, il en existe de 14 000 t. C'est la réalisation de grosses presses à commande mécanique, alliant la puissance à la rapidité de fonctionnement, qui a permis la fabrication en grande série des articles les plus divers, depuis les articles de quincaillerie et de serrurerie jusqu'aux longerons et traverses de châssis d'automobiles, aux roues métalliques et aux carrosseries tout acier. La réalisation de ces engins à grand rendement, comportant des pièces massives à obtenir par coulée, a posé aux sidérurgistes des problèmes particulièrement ardues que les progrès de la technique de la fonderie ont heureusement résolus.

Les photographies ci-jointes montrent les phases successives de la réalisation du bâti en acier coulé d'une presse à forger géante, à commande mécanique et à grande vitesse, d'une

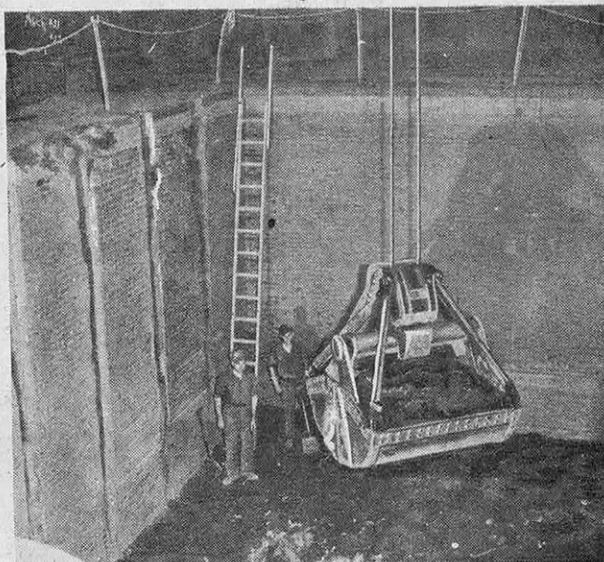


Fig. 1. — Au fond de la fosse, une première assise de sable de moulage va supporter le modèle.

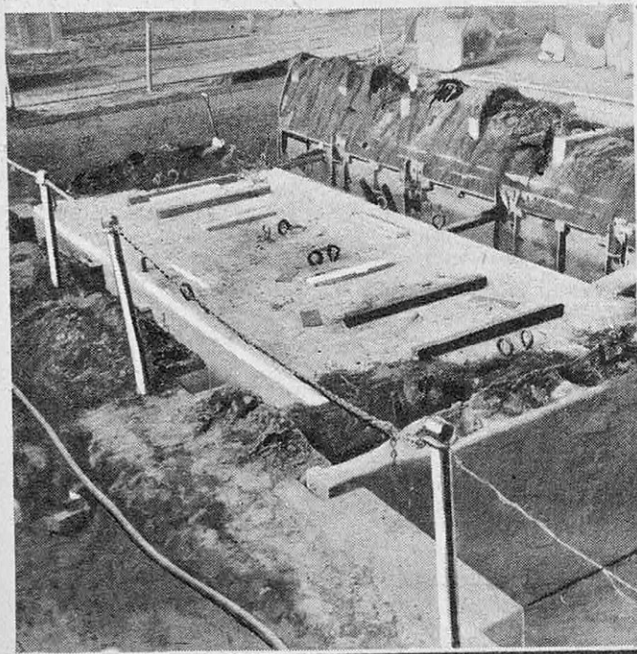


Fig. 2. — Le sable est fortement tassé tout autour du modèle en bois pour former le moule de coulée.

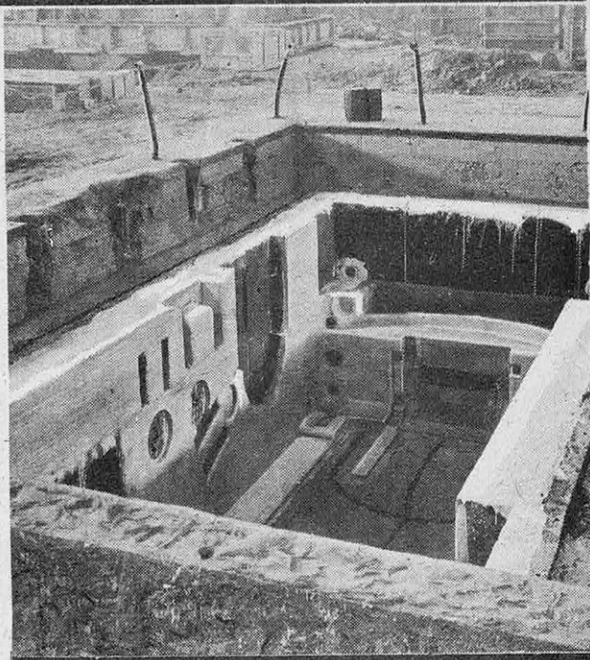


Fig. 3. — Le moule de sable reproduit exactement tous les détails inversés du bâti à couler.

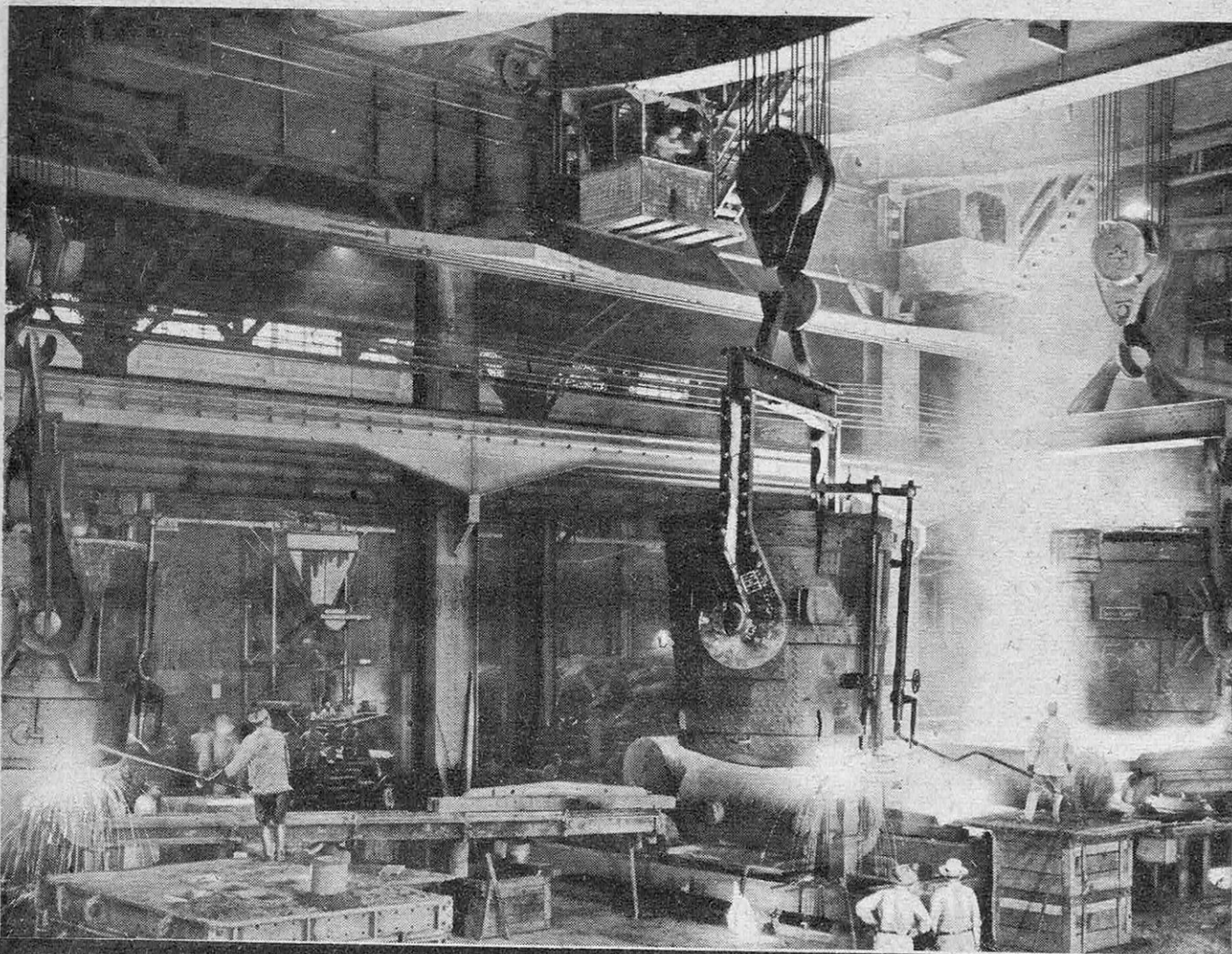


Fig. 4. — Quatre poches de coulée reçoivent l'acier en fusion de quatre fours Martin et viennent successivement le déverser dans les jets du moule : 270 t d'acier fondu en un peu plus de quatre minutes.

puissance de 6 000 t, destinée à l'*Ajax Manufacturing Company*, de Cleveland aux États-Unis. Ce bâti, une fois terminé, pèse 215 t. Sa coulée a été menée à bien à Pittsburgh, dans l'usine de l'*United Engineering and Foundry Company*. La confection préalable du modèle en bois a exigé à elle seule l'emploi de 9 000 m de planches, 225 kg de pointes et 38 l de vernis. Il a fallu 2 500 heures de travail pour l'exécuter. Dans le sol de la fonderie avait été creusée une fosse de 11,7 m de long, 5,4 m de large et 4,8 m de profondeur, où aurait tenu largement une petite maison de campagne. Le modèle fut mis en place dans cette fosse, et 570 t de sable à mouler, lié par un agglutinant, fut soigneusement damé tout autour. Cette opération, suivie de l'enlèvement du modèle en bois et de la finition minutieuse des parois, a demandé 3 600 heures de travail. Après avoir mis en place les noyaux (qui sont destinés à ménager dans la pièce moulée les parties creuses intérieures et qui sont constitués de sable réfractaire soutenu par des portées et éventuellement armaturé de fil de fer), il fallut sept jours pour étuver le moule, c'est-à-dire éliminer par un courant d'air chaud toute trace d'humidité. On procéda alors à la coulée. L'acier en fusion était livré simultanément par quatre fours Martin et versé dans quatre poches qui, suspendues à des

ponts roulants, étaient amenées successivement au-dessus de la fosse. En 4 mn 20 s, 270 t d'acier furent ainsi coulées dans le moule par plusieurs « jets » alimentés ensuite à différents intervalles par des coulées supplémentaires afin de compenser le retrait de l'acier. Ces coulées supplémentaires ont exigé 45 t d'acier fondu.

Après la coulée, le bâti demeura dans son moule à se refroidir lentement pendant plus de deux mois. Un dernier mois fut consacré au dégagement du moule, à l'enlèvement des noyaux, à la séparation des jets de coulée et des masselottes au chalumeau oxyacétylénique et au nettoyage de la surface, ébarbage et décapage.

Enfin, le transport du bâti de Pittsburgh à Cleveland a soulevé des difficultés par suite des dimensions et surtout du poids inusités de la pièce. Il fallut faire appel à un wagon plate-forme spécial long de 27 m, comportant 12 roues à chaque extrémité. Le poids total de ce wagon chargé excédait 360 t, charge inhabituelle pour les voies et les ouvrages d'art. Aussi dut-on constituer un train spécial comprenant une locomotive, trois longs wagons vides et enfin le wagon plate-forme chargé. De cette manière on évitait que la locomotive et le wagon chargé se trouvassent simultanément sur les ouvrages à franchir.

J. BRÉDAT.

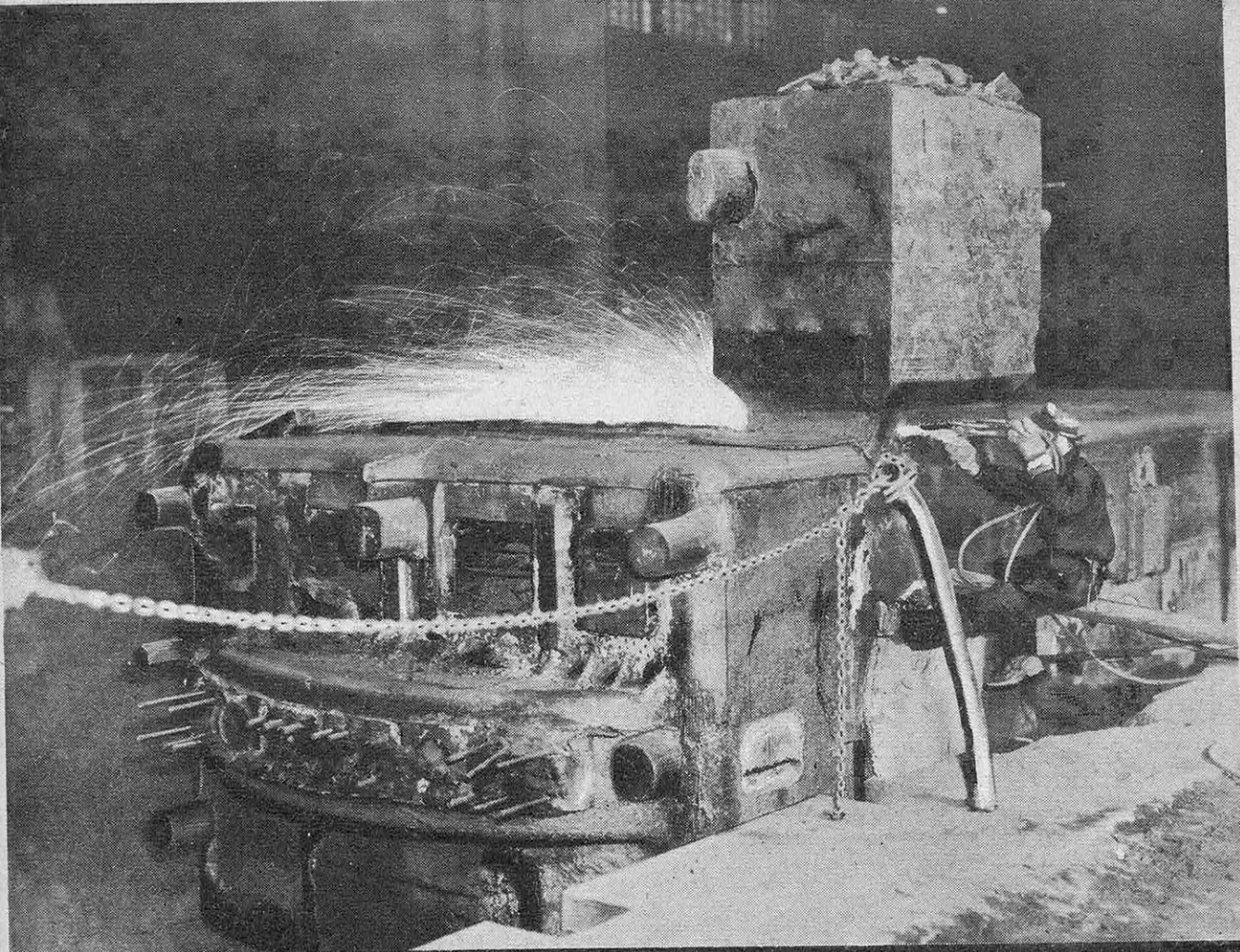


Fig. 5. — A l'aide du chalumeau oxyacétylénique, la dernière « masselotte » est détachée de la pièce démolie. On aperçoit au-dessous un des « noyaux » qui n'a pas encore été extrait de son logement.

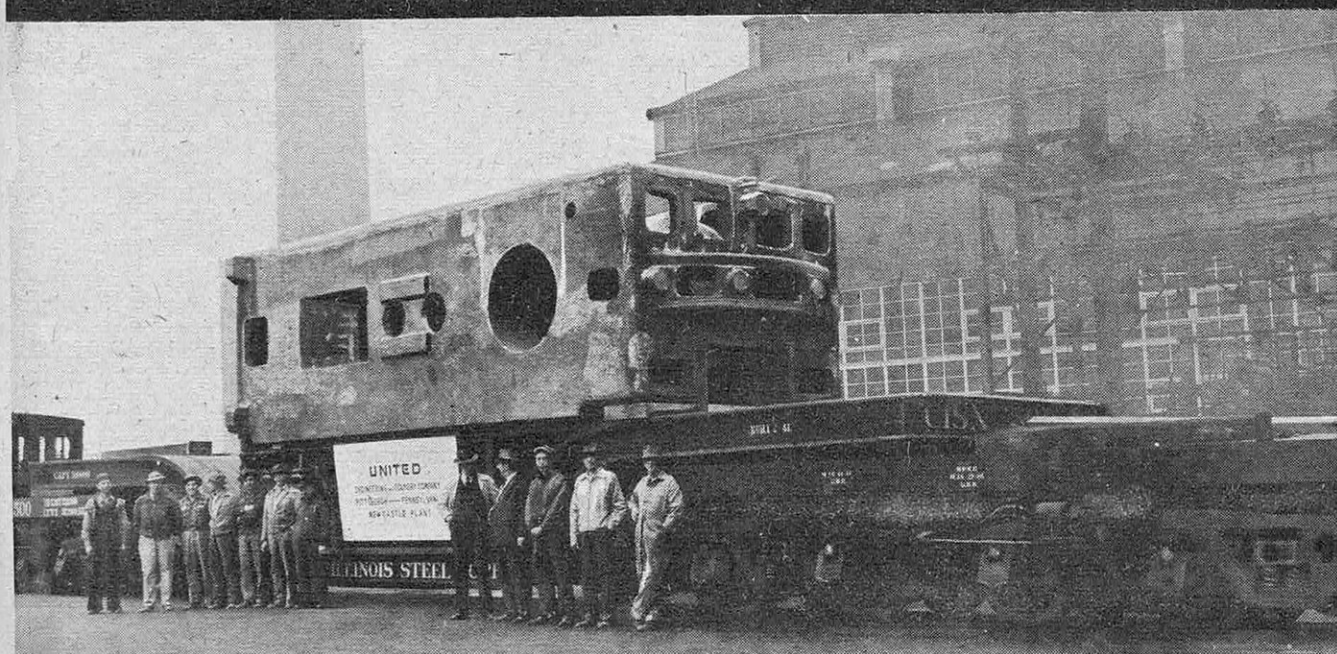


Fig. 6. — Le bât de 215 t, prêt pour le transport, est posé sur un wagon plate-forme spécial à 24 roues, long de 27 m. Le poids total de ce wagon avec son chargement dépasse 360 t

QUEL EST L'ÂGE DE L'UNIVERS ?

par J. GAUZIT

Astronome à l'Observatoire de Lyon

A un observateur superficiel, la Terre semble éternelle et les étoiles immuables dans le ciel, mais géologues et astronomes ont appris que tous les astres sont soumis aux lois d'une lente évolution. Dans leurs spéculations touchant cette évolution au cours des millénaires écoulés, ils sont naturellement amenés à se demander quel « âge » il convient d'attribuer à notre planète, au système solaire et à l'univers tout entier. Il ne s'agit pas, bien entendu, de le déterminer à un an, ni même à un siècle près. La tendance actuelle des astronomes est même d'éviter le terme « âge », pour parler d'« échelle cosmique du temps », qui doit préciser quelle unité convient le mieux pour décrire les modifications de l'univers. Il est évident que les années, les siècles et même les millions d'années sont bien peu de chose dans cette échelle cosmique, puisque la lumière des astres met des années ou des siècles à nous parvenir et même une fraction importante du milliard d'années dans le cas des nébuleuses les plus lointaines que photographient nos télescopes. Il est remarquable que des méthodes très diverses, n'ayant entre elles aucun rapport, ont conduit à des résultats concordants. L'accord fait même ressortir ce fait surprenant que la Terre, le système solaire, les étoiles, la galaxie et les nébuleuses extragalactiques ont sensiblement le même âge, qui se chiffre par le nombre prodigieux de trois milliards d'années environ.

L'âge de la Terre

Il y a plus de deux siècles que les savants ont imaginé des méthodes pour évaluer l'âge de la Terre. Mais ces méthodes ont fait intervenir, pour commencer, tantôt des hypothèses assez hardies, tantôt des évaluations incertaines ; les résultats des diverses évaluations n'ont pas concordé et leurs discussions ont donné lieu à des controverses passionnées. Par exemple, lorsqu'en 1854 Helmholtz crut pouvoir expliquer le rayonnement du Soleil par la contraction de l'astre, on calcula

que cette source d'énergie, si elle était seule à entrer en jeu, permettait d'affirmer que le Soleil ne pouvait avoir brillé, avec son intensité actuelle, que depuis une période remontant au plus à 20 ou 30 millions d'années, et l'on voulut en déduire que ces nombres, représentaient la plus grande valeur possible de l'âge de la Terre. Or les géologues prétendaient, pour la plupart, que cet âge était insuffisant pour comprendre l'état actuel de la Terre. Mais les arguments en faveur de la théorie de la contraction paraissaient si précis que nombreux sont ceux qui ont douté de la validité des « méthodes

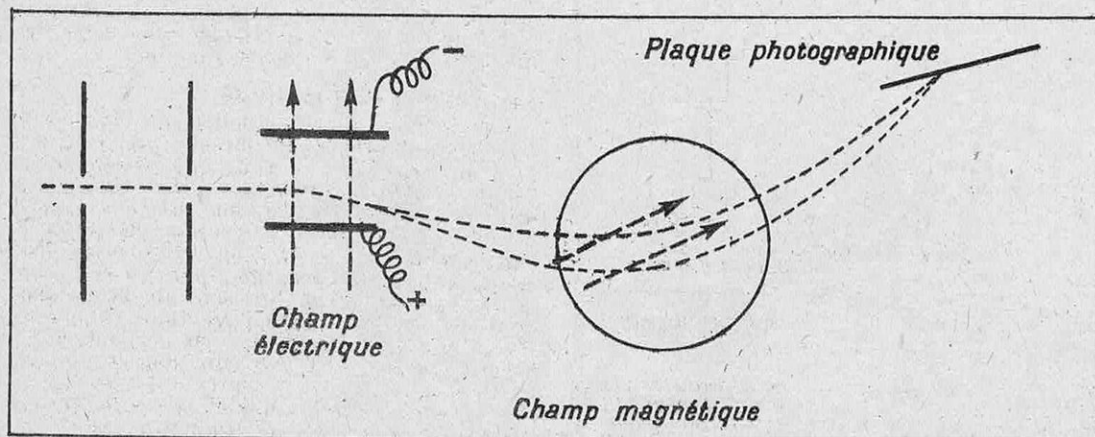


FIG. 1. — SCHÉMA D'UN SPECTROGRAPHE DE MASSE

Les atomes à étudier sont primitivement ionisés, accélérés et canalisés par les deux fentes représentées à gauche de la figure ; ils traversent alors successivement un champ électrique, établi entre deux plateaux, puis un champ magnétique donné par un électroaimant et dont la direction est perpendiculaire au plan de la figure. Enfin, ils rencontrent une plaque photographique qu'ils impressionnent. L'appareil peut être réglé de façon que les atomes de même masse, mais de vitesses différentes, se concentrent sur la plaque en un même point. Des atomes de masses différentes, notamment des isotopes d'un même élément, ont des trajectoires distinctes et aboutissent en des points séparés.

géologiques », qui semblaient trop incertaines.

Il faut pourtant reconnaître que, si ces dernières n'ont pas assez de précision pour nous donner l'âge de la Terre, ce sont, du moins, les premières qui aient permis d'évaluer son ordre de grandeur.

Le premier procédé semble être celui qui fut proposé en 1715 par l'astronome Halley ; il repose sur la remarque suivante : ce sont les rivières et les fleuves qui apportent dans l'Océan le sel marin, qu'ils ont dissous ; or l'eau de la mer s'évapore et revient aux rivières, mais non le sel. Ainsi la concentration de sel croît continuellement. Connaissant la quantité de sel apportée chaque année par les diverses rivières et les variations de cette quantité durant les périodes géologiques, on peut en déduire le temps nécessaire pour que soit atteinte la concentration actuelle. (Malheureusement, il n'est pas sûr que tout le sel de la mer lui ait été fourni par les rivières.)

On a, de même, évalué l'épaisseur de certaines couches de sédiments, qui se sont déposées par alluvion. On peut se former une idée de la vitesse de ces dépôts et l'on déduit l'âge de la Terre en divisant par cette vitesse l'épaisseur totale des couches géologiques.

Nous pouvons maintenant affirmer que la valeur de quelque 500 millions d'années, déduite par ces deux méthodes, représente une limite inférieure de l'âge de la Terre. On a, en effet, choisi la valeur la plus faible, pour rester dans les limites que prétendaient imposer les physiciens partisans de la théorie de la contraction

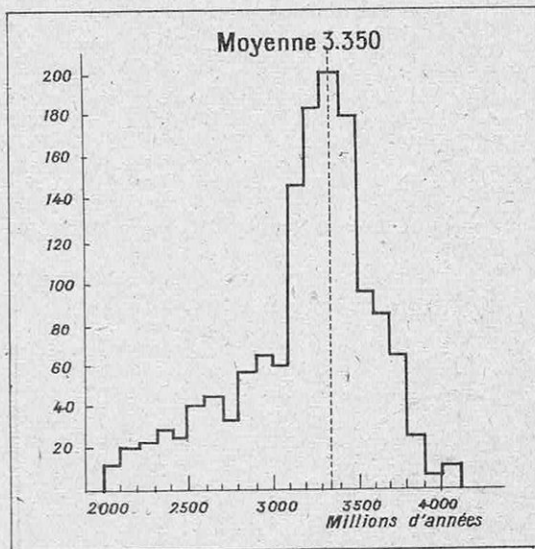


FIG. 2. — RÉSULTATS DES CALCULS DE HOLMES SUR L'ÂGE DE LA TERRE

La comparaison deux à deux des minerais de plomb étudiés a conduit à résoudre un grand nombre de fois une équation donnant l'âge de la Terre. Holmes a trouvé 1 419 solutions, qui se répartissent entre deux milliards d'années et un peu plus de quatre milliards. La figure, empruntée à un mémoire de Holmes, montre la répartition de ces solutions ; suivant un mode de représentation souvent employé, on a porté pour chaque intervalle de 100 millions d'années le nombre de solutions trouvées. On voit que la distribution des solutions montre un maximum nettement marqué pour la valeur moyenne, 3 350 millions d'années.

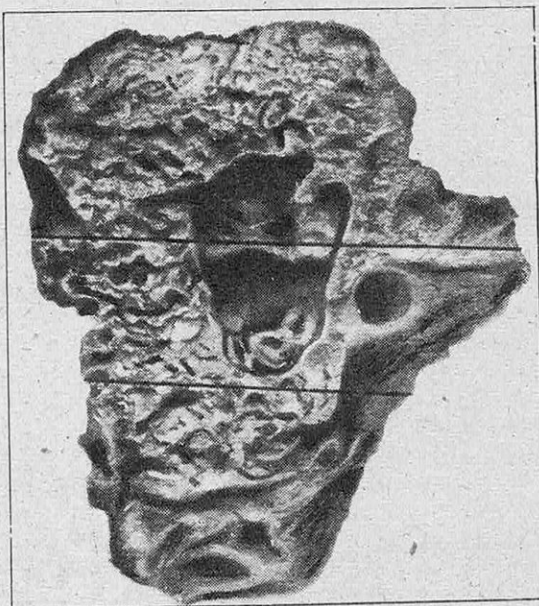


FIG. 3. — UN MÉTÉORITE

Parmi les météores ou étoiles filantes, certains sont assez gros pour parvenir jusqu'au sol, en éclatant avec fracas ; ce sont les météorites ; leurs éclats peuvent avoir des dimensions importantes. Celui représenté par la figure, trouvé en 1896, sur le Sacramento Mountain, Nouveau-Mexique, pèse 237 kg. Les deux lignes horizontales correspondent à des coupes faites ultérieurement en vue de l'étude minéralogique.

solaire. En réalité, il est peu probable, par exemple, que la vitesse de dépôt des sédiments soit restée constante pendant les diverses époques depuis la formation de la Terre. Si l'on reprend cette estimation, en faisant une approximation grossière sur la variation de la vitesse pendant les diverses époques de l'histoire géologique, on obtient un résultat en accord satisfaisant avec ceux donnés par les méthodes plus modernes, que nous allons maintenant examiner.

Les roches radioactives

La méthode qui, actuellement, inspire la plus grande confiance et qui peut prétendre à la meilleure précision est celle qui est fondée sur l'étude de la radioactivité des roches. En voici le principe : si l'on considère une substance radioactive, par exemple de l'Uranium, elle se désintègre suivant des lois qui ont été bien étudiées et qui ne sont pas modifiées par des variations de température ou de pression, ni par des phénomènes physiques ou des réactions chimiques. Rappelons que l'on appelle « vie moyenne » d'un tel élément le temps nécessaire pour que la proportion d'atomes désintégrés atteigne 50 %. Des mesures, très délicates et merveilleusement précises, permettent de connaître cette vie moyenne, qui est très longue pour l'Uranium (4 400 millions d'années), plus courte pour le Radium (2 300 ans), beaucoup plus petite encore pour certains éléments particulièrement instables. L'Uranium avec sa très longue vie moyenne, convient très bien pour mesurer l'âge de la Terre. En se désintégrant, il se transforme

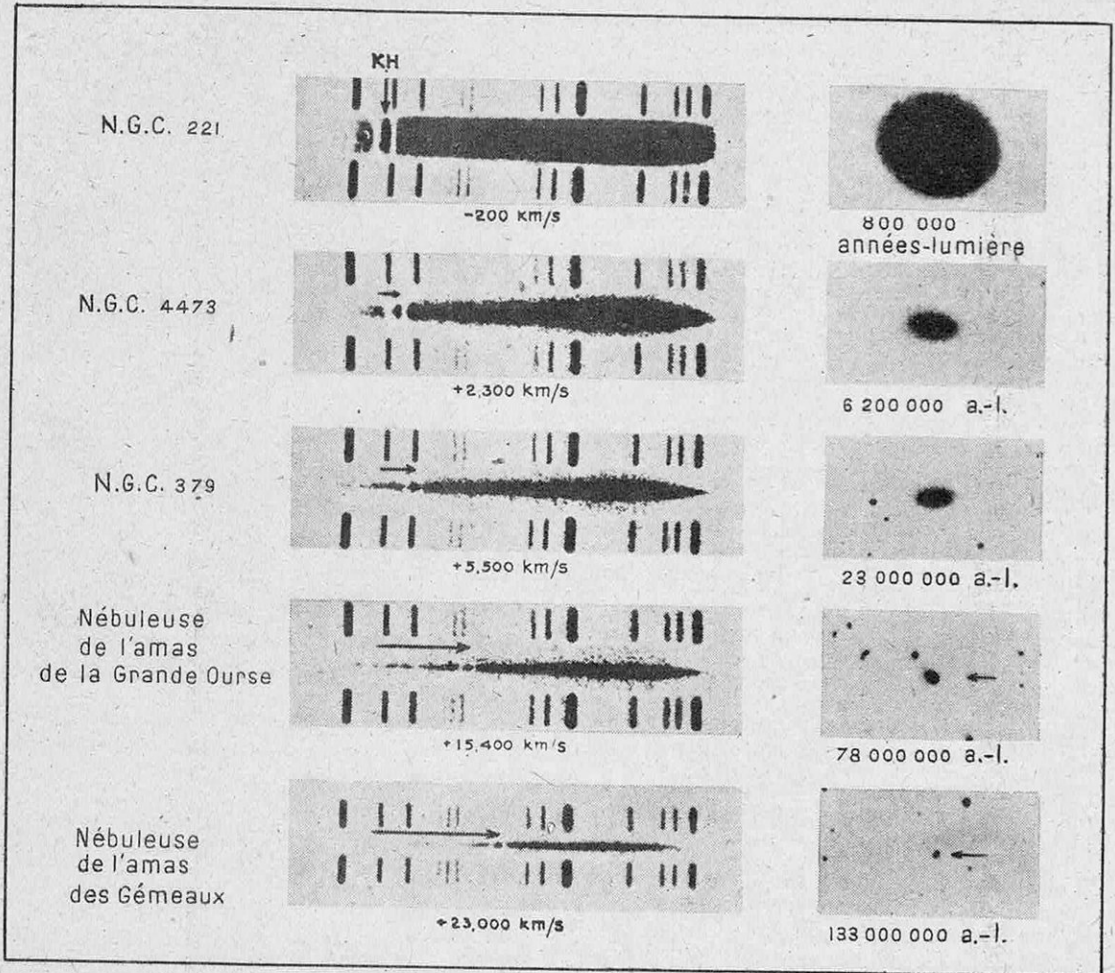


FIG. 4. — SPECTRES COMPARÉS DE NÉBULEUSES MONTRANT QUE LE DÉPLACEMENT DU SPECTRE VERS LE ROUGE EST D'AUTANT PLUS ACCUSÉ QUE LA NÉBULEUSE EST PLUS LOINTAINE

La position des raies H et K, dues au calcium, est indiquée par la flèche, dont la longueur montre la grandeur du déplacement. Les nébuleuses, photographiées à droite à la même échelle, ont été rangées par ordre de distances croissantes, de 800 000 à 133 millions d'années lumière.

en diverses substances, notamment en Radium et, finalement, en Plomb (et aussi en Hélium). La quantité de plomb présente dans un minéral permet de calculer depuis combien de temps la désintégration se poursuit et de fixer ainsi l'âge du minéral.

Pour que la méthode soit simple, il faudrait que la roche n'ait emprisonné initialement que de l'Uranium pur, sans trace de Plomb. Par un heureux hasard, il est possible de vérifier cette hypothèse, car le Plomb formé lors de la désintégration de l'Uranium n'est pas tout à fait identique au plomb ordinaire ; c'est une variété spéciale, un isotope, dont la masse atomique est 206,0, tandis que celle du plomb or-

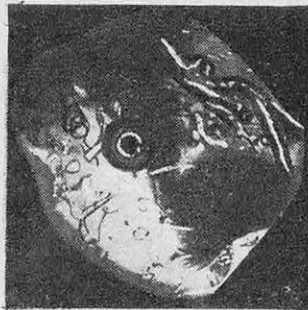


FIG. 5. — UN HALO PLÉOCHROÏQUE DANS UNE FEUILLE MINCE DE MICA

Le halo est formé par une série d'anneaux concentriques colorés ; il est produit par un grain de substance radioactive au centre du halo (microphotographie agrandie deux cents fois environ).

dinaire est 207,2. Dans la réalité, les estimations sont assez compliquées, car l'Uranium lui-même a plusieurs isotopes, qui ont des périodes de désintégration différentes. On a trouvé ainsi, par l'analyse chimique des roches uranifères, des âges d'autant plus reculés que les roches sont géologiquement plus anciennes, ce qui est considéré comme une excellente confirmation de la méthode. Pour les roches les plus anciennes, on a obtenu des résultats variant entre 1 500 et 1 800 millions d'années ; et l'on admettait, tout récemment encore, une valeur de 2 000 millions d'années pour l'âge probable de la Terre. Mais cette évaluation donnait plutôt une valeur minimum, car

on n'était pas sûr de ne pas découvrir, un jour, une roche plus ancienne.

Le professeur anglais A. Holmes, qui s'est consacré depuis de nombreuses années à l'étude de ce problème, vient de mettre au point (janvier 1947) une méthode beaucoup plus sûre, puisqu'elle a l'avantage d'éliminer l'âge géologique du minéral. Le point de départ, pour la détermination de l'âge de la Terre, est l'analyse de 25 échantillons de minerais de Plomb, d'âges géologiques différents; il s'agit d'une analyse extrêmement précise, puisqu'elle concerne les proportions des divers isotopes du Plomb, de masses atomiques 204, 206, 207, 208. Rappelons que la séparation de ces isotopes et la détermination de leurs proportions relatives ne sont possibles que par l'emploi des méthodes physiques les plus modernes et spécialement du merveilleux appareil qu'est le spectrographe de masse (fig. 1). Holmes a comparé entre eux ces divers échantillons, et ses calculs, qui sont assez complexes, reviennent à déterminer l'âge de la Terre en cherchant à quelle époque tous les minerais contenaient la même proportion d'isotopes. L'observation montre en effet que cette proportion est toujours constante pour les corps non radioactifs, qui sont stables et ne se transforment pas avec le temps. Le résultat obtenu est 3 350 millions d'années (fig. 2).

Nous adopterons ce nombre comme nous donnant la valeur la plus probable de l'âge de la Terre.

Il faut se garder d'accepter un tel résultat avec une trop grande confiance, comme aussi de manifester un scepticisme exagéré. D'une part, les calculs paraissent d'une telle rigueur que nous serions enclins à en admettre brutalement les conséquences; mais l'incertitude atteint au moins une centaine de millions d'années autour de la valeur moyenne adoptée par Holmes. Quant aux esprits critiques, ils ne manqueront pas d'élever des objections; mais nous pouvons déjà répondre à la plus grave. Est-on certain, dira-t-on, que les mesures effectuées en laboratoire sur les phénomènes radioactifs peuvent s'appliquer directement aux phénomènes de la nature? ou, de manière plus générale, sommes-nous sûrs que les lois physiques que nous appliquons ont toujours été vraies? Nous avons, en effet, une preuve que les désintégrations radioactives se réalisent dans la nature comme au laboratoire et que leur rythme n'a pas changé depuis au moins un milliard d'années, puisque l'on observe parfois, au microscope, dans certaines feuilles minces de mica ou de quelques autres roches, des auréoles particulières, dites *halos pléochroïques* (fig. 5), qui sont dues à une trace d'élément radioactif, logé au centre du halo; or ces auréoles, observées dans des roches très anciennes, sont identiques à celles que l'on peut réaliser artificiellement au laboratoire.

Remarquons qu'il est nécessaire de définir ce qu'on appelle l'âge de la Terre; la première méthode d'analyse des minerais radioactifs détermine, en réalité, l'âge de la cristallisation de ces minerais, que l'on identifie, plus ou moins, avec celui de la solidification de toute la croûte terrestre; tandis que la méthode plus récente évalue, en fait, l'âge depuis lequel la matière terrestre existe. Dans le premier cas, la formation de la Terre, en tant que planète distincte, est antérieure à l'époque de la solidification de sa croûte, bien qu'il soit vraisemblable que cette

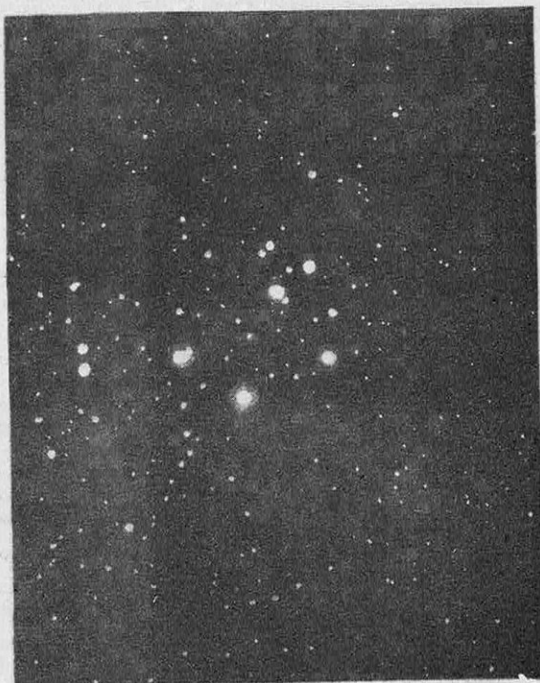


FIG. 6. — PHOTOGRAPHIE DE L'AMAS DES PLÉIADES

L'œil nu ne distingue que quelques étoiles de cet amas, six à huit. La photographie en décele plus de deux cents. Des poses longues montrent que cet essaim d'étoiles est enveloppé de poussières cosmiques, qui forme autour de toutes les étoiles brillantes des nébuleuses (par réflexion); ces nébuleuses apparaissent déjà sur la photographie reproduite ici.

solidification s'est réalisée relativement vite. Dans le deuxième cas, la matière terrestre peut, elle-même, avoir existé avant la formation de la Terre, dont l'apparition, parmi le cortège des planètes gravitant autour du Soleil, serait moins ancienne.

Nous ne rappellerons pas ici les précisions que l'étude des couches géologiques nous apporte sur l'évolution ultérieure de la Terre. Signalons seulement deux points: la première apparition de la vie sur la Terre remonte au moins à 300 millions et peut-être à 1 milliard d'années. Quant à l'homme, les preuves les plus récentes situent sa naissance entre 300 000 ans et 1 million d'années; ainsi la vie de l'humanité ne représente qu'une toute petite fraction de l'âge de la Terre. Une comparaison mettra en évidence l'énormité de cet âge: représentons les temps par des longueurs et supposons que l'âge de la Terre soit figuré par la longueur du tour de la Terre, c'est-à-dire 40 000 km; dans ces conditions, la vie de l'humanité, depuis nos plus lointains ancêtres, est représentée par une dizaine de kilomètres, un siècle par une distance à peine supérieure à un mètre, et la vie moyenne d'un homme par 50 cm environ.

L'âge du système solaire

Comme pour l'âge de la Terre, c'est la méthode radioactive qui est, sans doute, la plus certaine. Elle consiste à analyser certains météorites (fig. 3) et à déterminer leur âge par la proportion d'éléments radioactifs et d'Hélium qu'on

y trouve. Ces mesures sont, peut-être, encore plus délicates que celle portant sur les minerais de plomb. Au total, six météorites ferreuses ont été soigneusement étudiées, et l'on a déterminé non seulement leur teneur en Hélium, mais aussi les proportions d'Uranium et de Thorium. On a trouvé sensiblement la même proportion pour l'Uranium et le Thorium dans les six météorites, mais une différence considérable de la teneur d'Hélium. Il semble, d'après cela, que ces météorites présentent des âges assez différents, compris entre 60 millions et 7 milliards d'années (depuis leur solidification). Mais ces résultats sont encore provisoires, de l'avis même des savants qui ont fait cette étude.

Puisque l'on a maintenant des preuves que la grande majorité des météorites proviennent du système solaire, nous sommes amenés à penser que la valeur la plus probable pour l'âge du système solaire est le nombre le plus grand, soit deux fois environ l'âge de la Terre. Mais, à cause de l'imprécision actuelle de ces mesures, nous ne devons pas attribuer une trop grande importance à ce facteur deux ; il est déjà très remarquable que l'on trouve des nombres du même ordre de grandeur pour les âges de la Terre et du système solaire.

On a proposé aussi, pour estimer l'âge du système solaire, des méthodes théoriques, sur lesquelles nous ne voulons pas insister ici. Contentons-nous de rappeler que, d'après ces théories, une durée de 3 milliards d'années suffit pour expliquer certaines particularités des mouvements de la planète Mercure autour du Soleil ou de la Lune autour de la Terre. Ainsi on sait que la Lune tourne autour de la Terre en lui présentant toujours la même face ; ce serait l'action des marées, provoquées dans l'écorce lunaire par l'action de la Terre, qui aurait, en cette longue période, freiné la rotation de la

Lune et l'aurait fixée par rapport à la Terre.

L'âge des étoiles et de la galaxie

On peut déterminer l'échelle cosmique du temps par l'observation des nébuleuses extragalactiques (1). Rappelons que ces objets sont d'énormes amas d'étoiles et de poussière cosmique, qui ont souvent un diamètre d'un milliard d'années-lumière. On a pu évaluer leurs distances, qui atteignent, pour les plus lointaines observables, un demi-milliard d'années-lumière. La lumière de ces nébuleuses est celle des millions d'étoiles qui la composent et leurs spectres n'auraient rien de particulier s'il ne montraient un effet surprenant : un déplacement des raies vers le rouge (fig. 4), qui est d'autant plus important que la nébuleuse est plus lointaine. Ce déplacement est le même que s'il était dû à une vitesse très rapide d'éloignement (effet Doppler). L'analyse des spectres montre que la vitesse d'éloignement d'une nébuleuse est proportionnelle à sa distance, une nébuleuse située à un million d'années-lumière ayant une vitesse de 162 km/s. (A ce mouvement de récession se superposent des mouvements distribués au hasard, mais leurs vitesses sont si faibles qu'elles compensent à peine la vitesse de récession pour quelques nébuleuses voisines.) Cette propriété s'explique par la théorie de l'expansion de l'univers, qui est elle-même une conséquence de la théorie de la relativité. Bien qu'elle ait des adversaires illustres, la théorie de l'expansion de l'univers est actuellement admise par la majorité des astronomes.

On s'est formé une image simple pour expliquer la proportionnalité des vitesses et des dis-

(1) Voir : « Les nébuleuses extragalactiques et l'expansion de l'Univers » (*Science et Vie*, n° 351, décembre 1946).

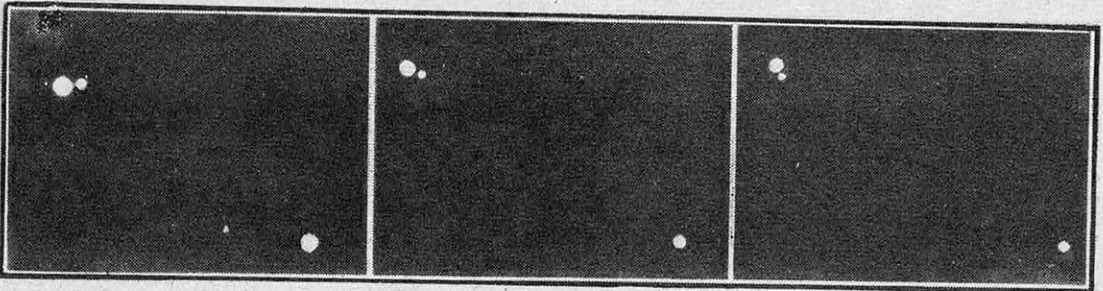
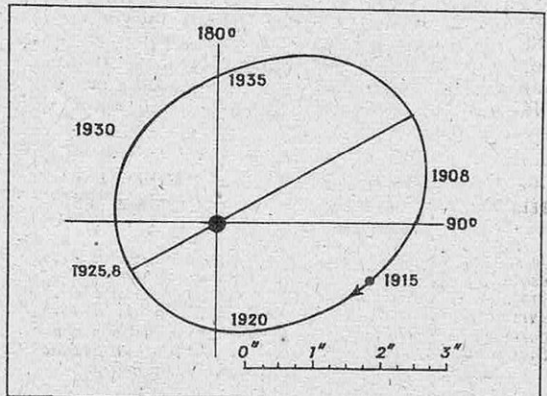


FIG. 7. — UNE ÉTOILE DOUBLE : LE SYSTÈME BINAIRE KRUEGER 60

La figure montre, en haut, trois photographies successives, obtenues en 1908, 1915 et 1920, du système double Krueger 60. (L'étoile qui apparaît dans le coin inférieur droit ne fait pas partie du système et son rapprochement est dû seulement à un effet optique.) On voit que le système a effectué à peu près un quart de sa révolution entre les deux photographies extrêmes. Au-dessous, on a représenté l'orbite apparente décrite par la composante la plus faible autour de la composante la plus grosse, supposée immobile. On sait l'importance des étoiles multiples en astronomie ; c'est par la détermination des mouvements relatifs des étoiles composantes que l'on a pu mesurer les masses de ces étoiles, et c'est le seul cas où l'on puisse déterminer directement les masses des étoiles. Le système Krueger 60 est remarquable par la faible masse de ses composantes, à peu près égales au cinquième de la masse du Soleil.



tances : celle d'un univers occupant dans le passé un volume très petit et explosant à un certain moment. Si chaque nébuleuse a été lancée dans sa direction avec sa vitesse actuelle, elle doit avoir atteint maintenant la position observée. En divisant la distance par la vitesse, nous trouvons l'époque de la catastrophe initiale, soit, en gros, deux milliards d'années. Bien que nous ne soyons pas sûrs que les vitesses n'aient pas varié au cours des temps, nous sommes tentés de placer le commencement du monde, ou plutôt, comme nous l'avons déjà dit, le début de l'échelle cosmique du temps, au début de cette expansion. (Il est, évidemment, difficile de remonter au delà, bien que des tentatives intéressantes aient été faites pour préciser les conditions physiques qui régnaient dans la période antérieure, dite « période préstellaire ».)

Il est tout à fait surprenant de constater que nous obtenons pour l'âge de l'univers sensiblement le même nombre que celui déjà trouvé pour l'âge de la Terre ; nous aurions pu, tout aussi bien, a priori, obtenir des valeurs vraiment différentes. Ainsi la Terre et le système solaire et toutes les nébuleuses visibles de l'Univers se seraient formés sensiblement en même temps.

L'échelle cosmique du temps

En fait, la discussion sur l'âge de l'Univers est déjà vieille et, tandis que l'on avait commencé par admettre un âge de la Terre trop court, qui semblait imposé, comme nous l'avons vu, par la théorie de Helmholtz sur l'origine de l'énergie solaire, au contraire beaucoup d'astronomes ont adopté comme vraisemblable, vers le début de ce siècle, ce que l'on a appelé l'échelle longue du temps, par opposition à l'échelle courte, dont nous venons de parler. En effet, on a présenté autrefois des arguments pour montrer que l'origine des étoiles devait remonter à 1 000 ou 10 000 milliards d'années. Sans revenir sur ces arguments, ni sur les discussions qui ont montré qu'ils étaient erronés, nous allons exposer quelques considérations qui permettent de rejeter avec certitude l'échelle longue.

Pour commencer, examinons le problème présenté par les amas galactiques denses d'étoiles. Nous prendrons un exemple concret, celui des Pléiades (fig. 6). Cet amas contient environ 200 étoiles, dans le volume d'une sphère de dix années-lumière de rayon ; les étoiles y sont donc vingt fois plus serrées qu'elles ne le sont en moyenne dans le ciel. L'étude des mouvements internes dans cet amas (on possède des documents photographiques depuis 1870) a révélé que ces étoiles ont des mouvements, répartis au hasard, par rapport au centre de gravité de l'amas, avec une vitesse moyenne de 500 m/s, tandis que ce centre de gravité, et tout l'amas avec lui, a une vitesse de 25 à 30 km/s par rapport aux étoiles de fond du ciel. Les Pléiades apparaissent donc comme formant un

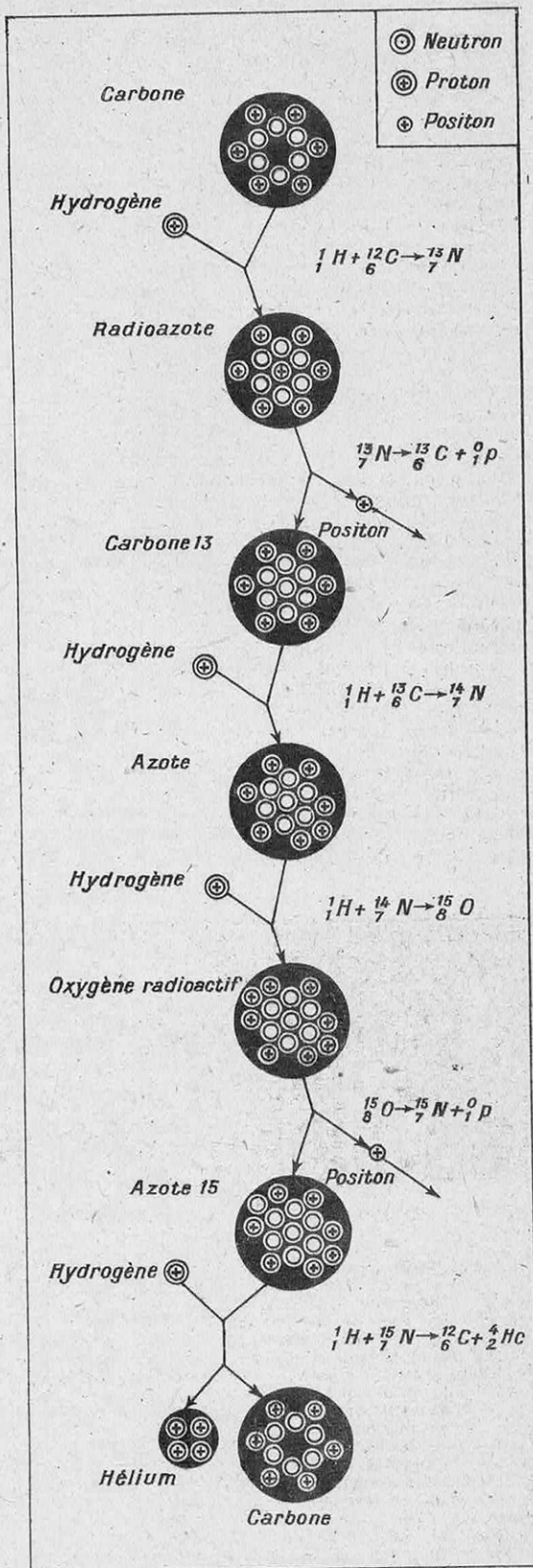


FIG. 8. — LA TRANSFORMATION D'HYDROGÈNE EN HÉLIUM PAR LES RÉACTIONS NUCLÉAIRES DE LA « CHAÎNE DU CARBONE »

Ce schéma montre la suite des réactions nucléaires par lesquelles, à l'intérieur des étoiles, quatre protons (noyaux d'hydrogène) se combinent pour donner une particule α (noyau d'hélium) avec libération de deux positons (électrons positifs) grâce à l'intervention d'un noyau de carbone qui joue le rôle d'un catalyseur, puisqu'il est restitué à la fin de la chaîne.

système stellaire « isolé », c'est-à-dire pour lequel les forces de gravitation internes prédominent sur les forces d'attraction des étoiles voisines.

On a étudié dans quelles conditions un tel système doit cependant se désintégrer sous l'effet de ces forces d'attractions extérieures. Les forces varient dans le temps, selon les positions et les distances des étoiles, un peu comme varient, dans le mouvement brownien, les forces exercées sur une particule colloïdale par les molécules du liquide environnant. On peut calculer la probabilité pour qu'une étoile de l'amas acquière, au bout d'un temps déterminé, une vitesse qui lui permette de s'échapper de l'amas ; le calcul fait intervenir les paramètres définissant l'amas, c'est-à-dire son rayon, son nombre d'étoiles, etc. Finalement on peut exprimer le résultat sous la forme d'une « vie moyenne » de l'amas, dont la signification se comprend elle-même. On a trouvé pour l'amas des Pléiades 3 milliards d'années ; cette valeur convient probablement aussi pour d'autres amas. Ainsi l'observation de nombreux amas stellaires dans notre galaxie indique que son âge ne peut guère dépasser 3 milliards d'années.

Voilà donc une raison de plus en faveur de l'« échelle courte ». Une autre est fournie par l'examen des étoiles multiples. On sait qu'une proportion assez importante d'étoiles se présente comme formée de composantes d'étoiles multiples ; les plus nombreuses sont des étoiles doubles (fig. 7). On a discuté également la stabilité de ces systèmes. Cette fois, la séparation des composantes peut être due à des forces analogues à celles qui provoquent les marées. Les distances des étoiles voisines aux deux composantes, qui tournent l'une autour de l'autre, sont différentes et, par conséquent, aussi les forces d'attraction exercées. Cette différence des forces, en général très faible, pourra pourtant, à la longue, provoquer la séparation, lorsque l'énergie cinétique du mouvement relatif d'une composante par rapport à l'autre dépassera l'énergie de gravitation qui les lie. On a calculé la valeur moyenne du temps de dissolution d'un système binaire, en fonction du grand axe de l'orbite relative (ellipse), la séparation étant évidemment plus facile lorsque ce grand axe a une valeur élevée. Or l'étude statistique des étoiles doubles montre qu'il n'y a pas de diminution appréciable du nombre de couples d'étoiles pour lesquels le temps de dissolution serait de 10 milliards d'années ; en tout cas, la dissolution, si elle existe, a tout juste commencé pour ces couples. Ceci montre donc que 10 milliards d'années représentent une limite supérieure d'échelle cosmique du temps et suggère une valeur probable de l'ordre de 5 milliards d'années.

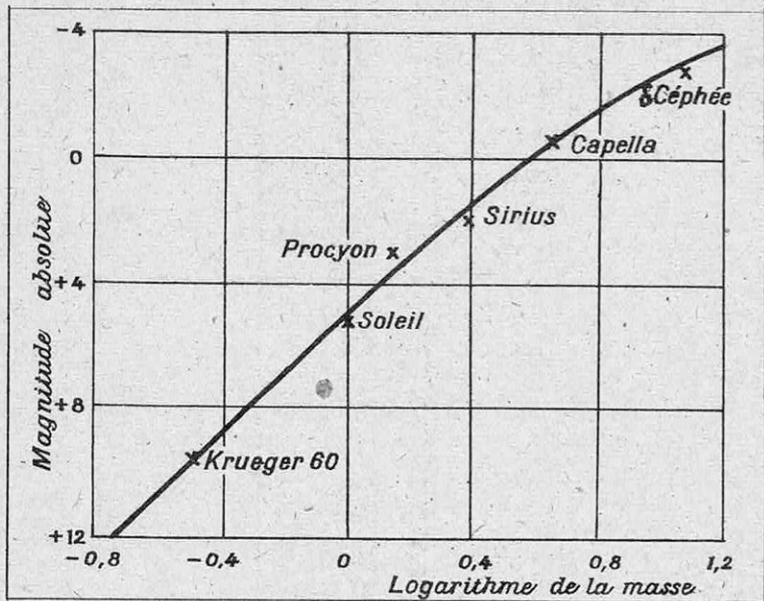


FIG. 9. — LA RELATION MASSE-LUMINOSITÉ

La courbe montre comment la magnitude absolue des étoiles se trouve déterminée en fonction de leur masse, plus exactement en fonction du logarithme de leur masse, la masse du Soleil étant prise pour unité. En première approximation, la relation masse-luminosité exprime que le rayonnement total d'une étoile varie comme le cube de sa masse. Cette relation a été interprétée par les recherches théoriques d'Eddington.

Enfin, une autre preuve en faveur de l'« échelle courte » vient d'être apportée par la découverte récente de l'origine de l'énergie stellaire. Le Soleil et les étoiles déversent continuellement dans l'espace un flux énorme d'énergie. Des preuves nombreuses ont permis de montrer que cette énergie a pour origine les réactions nucléaires, qui se produisent spontanément à l'intérieur des étoiles (1), et tout spécialement les réactions dites « de la chaîne du Carbone », qui équivalent à la formation de noyaux d'Hélium par combinaison des noyaux d'Hydrogène, sous l'action « catalytique » des noyaux de Carbone et d'Azote (fig. 8). L'étude de ces réactions montre, d'abord, que la vie d'une étoile de masse moyenne dépasse 100 milliards d'années. Nous pouvons prévoir, dans des limites relativement précises, quelle doit être l'évolution des étoiles ; par exemple, nous prévoyons que notre Soleil s'échauffera progressivement ; nous sommes donc assurés que la vie, sous les formes que nous lui connaissons, disparaîtra sur la Terre dans quelques dizaines de milliards d'années, non par le froid, comme on l'avait admis prématurément, mais au contraire par le feu. L'évolution d'une étoile ne comporte qu'une variation très faible de sa masse, mais sa luminosité doit varier dans un rapport important, de l'ordre de 1 à 100. Or cette dernière prédiction semble être en contradiction avec le fait observé que la luminosité absolue de toutes les étoiles est fonction régulière de leur masse, comme le montre pour quelques étoiles le graphique de la

(1) Voir : « Comment les étoiles produisent leur lumière et leur chaleur » (Science et Vie, n° 312, août 1943).

figure 9. Pourquoi ne trouvons-nous pas, dans le ciel, des étoiles de même masse et de luminosités vraiment différentes, ou, inversement, des étoiles de même luminosité et de masses différentes ? Cette contradiction apparente s'explique en admettant que l'évolution des étoiles est à peine commencée, parce que les étoiles sont toutes trop jeunes pour montrer des stades d'évolution très différents. De manière plus précise, on a pu prévoir les étapes successives auxquelles parviendront les étoiles analogues à notre Soleil ; le fait que l'on n'observe pas d'astres répondant à ces diverses étapes est, selon l'astronome américain Russell, une des preuves les plus convaincantes en faveur de l'« échelle courte » du temps cosmique.

Bien plus, non seulement on admet maintenant que toutes les étoiles sont relativement jeunes — on veut dire par là qu'elles n'ont pas plus de 10 milliards d'années d'existence — mais la tendance actuelle en cosmogonie est de penser que la formation d'étoiles très raréfiées se poursuit encore maintenant, par condensation de la matière interstellaire. C'est une idée qui aurait paru invraisemblable, il y a quelques années ; mais les recherches récentes sur l'absorption de la lumière dans l'espace interstellaire ont prouvé l'existence d'une matière interstellaire abondante, qui se présente sous forme de poussière et de gaz. Des travaux théoriques ont montré que cette matière doit se concentrer lentement dans le plan équatorial de la galaxie ; les bandes centrales noires observées dans beaucoup de nébuleuses spirales représentent de la matière obscure condensée. On a, d'autre part, des preuves que les conditions de formation des étoiles sont nettement

différentes dans des régions éloignées des nébuleuses spirales, par exemple au voisinage de leurs noyaux et dans leurs bras. La démonstration la plus nette de ce fait vient d'être apportée par l'astronome américain Baade, qui a réussi, en 1944, à résoudre en étoiles la région centrale de la nébuleuse d'Andromède. Il y a constaté la présence de nombreuses étoiles géantes, notamment de céphéides à courte période (1) ; par contre, l'absence d'étoiles supergéantes et d'étoiles des types O et B, de la branche principale, est un caractère remarquable.

En conclusion, nous avons montré que l'analyse des minerais radioactifs permet d'évaluer l'âge de la Terre à 3 milliards d'années environ. L'étude des météorites, la récession des nébuleuses, l'examen des amas d'étoiles, la statistique des étoiles doubles, les théories récentes sur l'origine de l'énergie stellaire concordent pour montrer que l'âge de l'Univers est du même ordre de grandeur, en tout cas, qu'il ne dépasse pas 10 milliards d'années. Quelques autres considérations non exposées ici, telles que celle des amas de galaxies, permettent, elles aussi, d'arriver à la même conclusion. Il ne semble pas possible que cet accord remarquable de méthodes très diverses puisse être dû seulement au hasard.

J. GAUZIT

(1) Les céphéides sont des étoiles dont l'éclat et la coloration varient périodiquement (étoiles « pulsantes »). Voir : « Que savons-nous maintenant de l'Univers ? » (*Science et Vie*, n° 196, octobre 1933) et « Les dimensions de l'Univers » (*Science et Vie*, n° 318, février 1944).

A côté des particules élémentaires telles qu'électrons, protons et neutrons dont la réalité ne fait plus aujourd'hui aucun doute, les physiciens ont été amenés à admettre l'existence d'au moins une particule supplémentaire, le *neutrino*, que l'on a pu appeler la particule « métaphysique », car aucune expérience directe n'a pu jusqu'ici la mettre en évidence (1). Des considérations théoriques, fondées sur le principe de la conservation de l'énergie appliquée à de nombreux phénomènes, en particulier à la radioactivité *bêta* (émission spontanée d'électrons négatifs), obligent à la faire intervenir dans les calculs. Les atomiciens américains se sont même inquiétés de son action possible sur le personnel séjournant au voisinage des piles atomiques. Il est évident, en effet, que les énormes quantités de radioéléments artificiels engendrés dans les piles émettent en grande abondance des neutrinos, puisque ceux-ci accompagnent les rayons *bêta*. Comme les neutrinos traversent des épaisseurs très grandes de matière sans être absorbés, il y avait lieu de se demander si les écrans de protection autour de la pile étaient suffisants et si, à plus ou moins longue échéance, on n'allait pas constater des accidents pathologiques irrémédiables. Dès 1934, Nahmias avait montré que les neutrinos n'avaient pratiquement pas d'interaction avec les électrons. Wollan vient de prouver, avec la pile de Clinton, que l'interaction de ces particules avec les noyaux d'hydrogène, dont le corps humain contient un grand nombre, est également négligeable.

(1) Voir : « A la recherche du neutrino, véritable particule métaphysique » (*Science et Vie*, n° 291, novembre 1941, p. 292). On s'accordait, jusqu'à ces derniers temps, pour attribuer au neutrino une masse voisine de zéro. Konopinski a calculé récemment que la masse du neutrino serait de l'ordre de 2 à 3 p. 100 de celle des électrons. Cette évaluation a été faite à partir de l'étude du spectre *bêta* du tritérium (hydrogène radioactif de masse 3) dont la période (temps au bout duquel le nombre d'atomes présents à l'origine est réduit de moitié) est de trente ans.

A CÔTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

par V. RUBOR

UNE LOCOMOTIVE ÉLECTRIQUE AMÉRICAINE GÉANTE

LE *Great Northern Railway*, aux États-Unis, vient de mettre en service sur la section électrifiée du réseau qu'il exploite, longue de 120 km, dans les Cascade Mountains, deux locomotives électriques de très grande puissance, longues de 30 m, pesant 360 t et développant 5 000 ch. Elles sont de la classe B-D-D-B, c'est-à-dire qu'elles comportent un bogie à deux essieux à l'avant, deux bogies à quatre essieux au centre et un bogie à deux essieux à l'arrière. Tous les essieux sont moteurs. Les locomotives sont

alimentées en courant monophasé, 25 périodes par seconde, 11 000 V, et spécialement conçues pour la remorque de trains lourds en montagne (l'effort de traction peut atteindre 54 t à 25 km/h et 82 t au démarrage). Elles permettent la récupération de l'énergie au freinage.

Chacune de ces locomotives possède deux groupes comprenant chacun un moteur synchrone monophasé, 25 périodes par seconde, entraînant des génératrices à courant continu pour alimenter les moteurs de traction, et deux excitatrices, l'une pour les génératrices, l'autre pour la récupération. Les génératrices peuvent être connectées en parallèle pour la traction de trains lourds à faible vitesse, ou en série-

parallèle pour le service des voyageurs à grande vitesse.

Les douze moteurs de traction (un par essieu) sont refroidis par ventilation forcée, à raison de 65 m³ d'air par minute. Pour l'alimentation des auxiliaires, deux groupes de trois unités sont logés à l'avant des cabines de conduite et comprennent un moteur monophasé à induction de 85 ch entraînant : une génératrice à courant continu sous 75 V, alimentant les organes de contrôle, chargeant la batterie d'accumulateurs et démarrant le moteur synchrone par l'intermédiaire de la génératrice de traction, et en outre un alternateur à 123 périodes par seconde alimentant les ventilateurs des moteurs de traction.

La vitesse maximum prévue

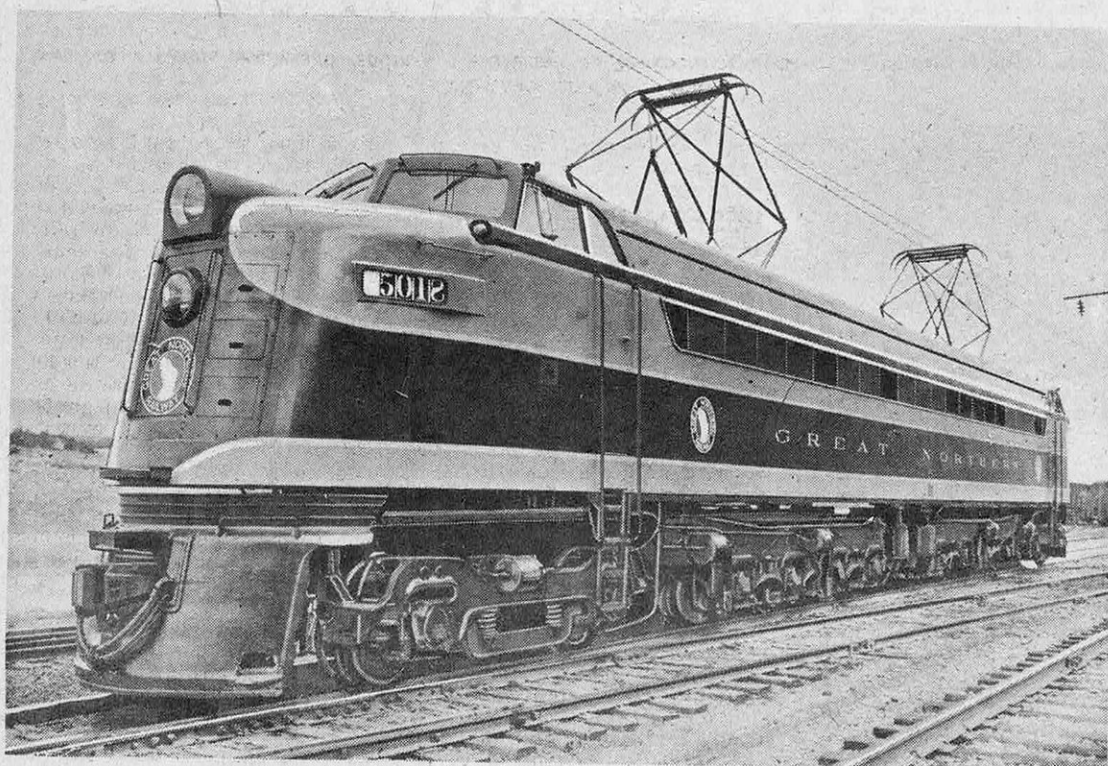


FIG. 1. — LA NOUVELLE LOCOMOTIVE ÉLECTRIQUE GÉANTE DE 5 000 CH EN SERVICE AUX ÉTATS-UNIS

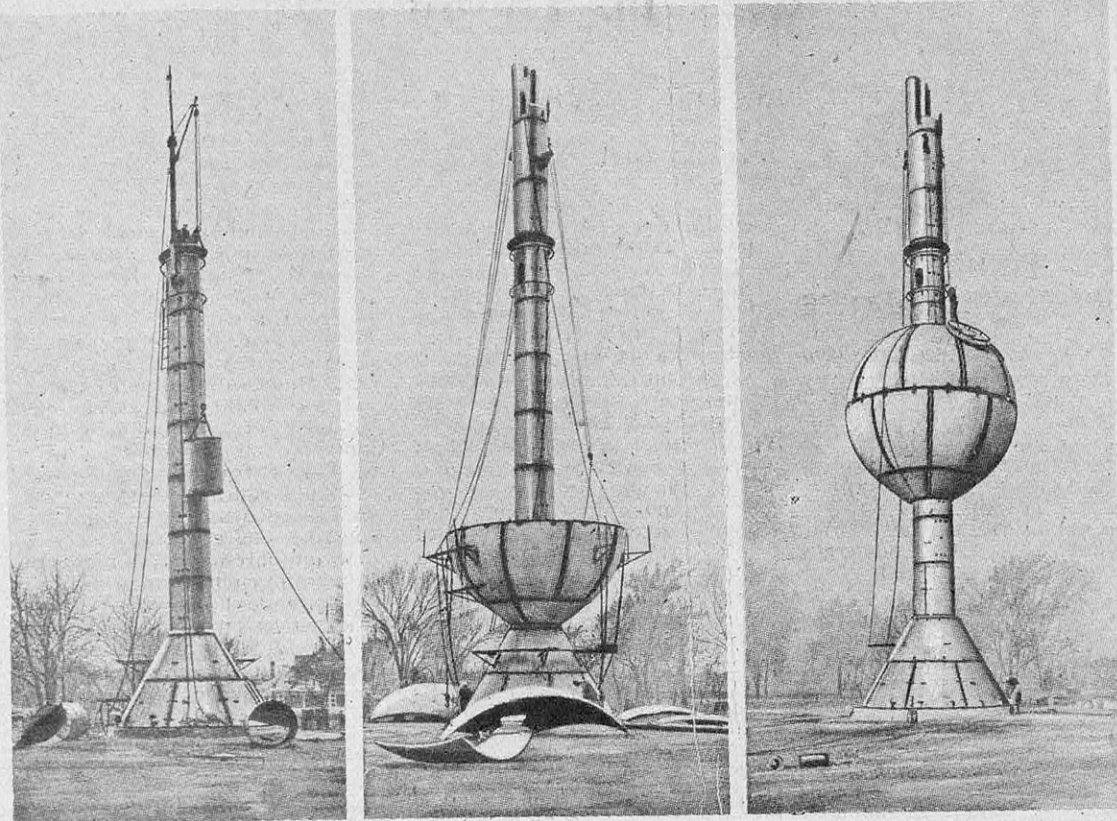


FIG. 2, 3 ET 4. — TROIS PHASES DE LA CONSTRUCTION DU RÉSERVOIR SPHÉRIQUE, OPÉRATION MENÉE A BIEN EN VINGT-CINQ JOURS OUVRABLES



FIG. 5. — LE CHATEAU D'EAU SPHÉRIQUE DU CLUB DE GOLF DE CHICAGO

pour la locomotive est de 114 km/h.

RÉSERVOIR EN FORME DE BALLE DE GOLF

UN célèbre club de la banlieue de Chicago, le *Tam O'Shanter Country Club*, possède un terrain de golf où s'organisent chaque année d'importants tournois. Un château d'eau devait être édifié dans son voisinage immédiat, et la forme généralement disgracieuse de tels ouvrages faisait craindre que l'harmonie du paysage ne s'en trouvât irrémédiablement gâchée. La difficulté a été tournée en construisant un château d'eau sphérique auquel on a donné la forme d'une gigantesque balle de golf reposant sur une haute colonne. Ce support élancé rappelle lui-même par sa forme celui où les joueurs de golf posent la balle pour le coup d'envoi et qu'ils appellent un *tee*. Encore que l'esthétique de l'ouvrage puisse prêter à

discussion, on ne peut en nier l'originalité ni l'à-propos.

La colonne tubulaire et le réservoir sphérique, d'une capacité de 165 m³, sont en tôle d'acier et entièrement assemblés par soudure. Les figures 2, 3 et 4 montrent les phases successives du montage du château d'eau et la figure 5, l'ouvrage terminé. Sa hauteur totale est de 26 m, le diamètre de la sphère est de 7 m et le poids total de l'acier mis en œuvre est de l'ordre de 20 t. La colonne est évidemment creuse et loge une canalisation de 15 cm de diamètre et une échelle métallique pour le nettoyage et la réparation éventuelle du réservoir.

LA TREMPE SUPERFICIELLE PAR INDUCTION

LA trempe des objets d'acier dans toute leur masse a pour inconvénient de créer des modifi-

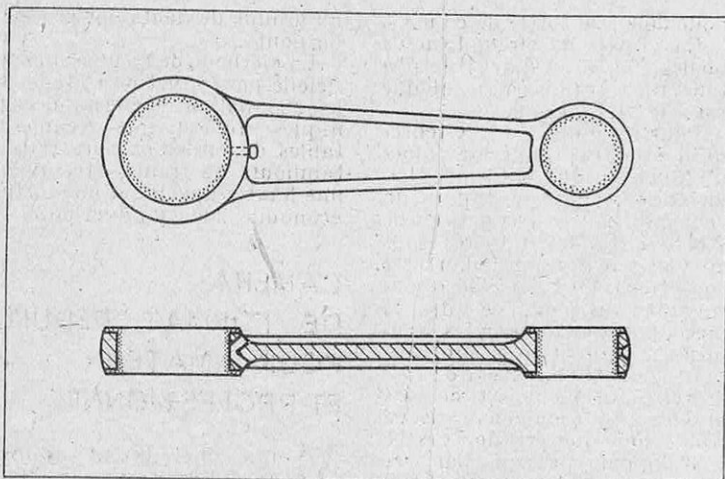


FIG. 6. — BIELLE DE MOTO TREMPÉE PAR LE PROCÉDÉ DE LA TREMPÉ SUPERFICIELLE PAR INDUCTION

cations cristallines, des déformations et des tensions internes souvent importantes. Aussi s'efforce-t-on de plus en plus de la remplacer par des procédés de durcissement superficiel, pour lesquels le traitement thermique peut être

employé seul (trempe superficielle) ou combiné à des apports chimiques divers (nituration, cémentation au carbone ou au silicium, etc.) (1).

(1) Voir *Science et Vie*, n° 348 (septembre 1946, page 136).

La trempe superficielle peut s'obtenir par un chauffage au chalumeau, mais il n'existe actuellement qu'un seul procédé permettant d'obtenir un échauffement rapide et régulier d'une couche superficielle d'une épaisseur uniforme sur toute l'étendue de la pièce, quelle que soit sa forme ; il consiste à la soumettre par induction à des courants de fréquence assez élevée (courants de Foucault) qui, suivant une propriété découverte par Lord Kelvin et appelée *skin effect*, se localisent à la surface de la pièce à traiter. L'hystérésis magnétique joue également un rôle dans l'échauffement de la pièce.

Pour obtenir une profondeur déterminée de trempe il faut agir sur la durée, la puissance et la fréquence du courant ; plus la fréquence est élevée, plus l'épaisseur de la couche trempée est faible et régulière ; la puissance doit être proportionnelle à la surface de la trempe (quelques kilowatts par centimètre carré).

Les fréquences employées varient entre 2 et 500 kilocycles ;

RELIURES

Pour répondre au désir de nos lecteurs, nous mettons en vente à nos bureaux des reliures mobiles ("ACLÉ", brevetées en France et à l'Étranger) pour SIX exemplaires de "SCIENCE ET VIE" aux conditions suivantes :

Prix de la reliure pour SIX exemplaires avec 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 frs

Le montant de la commande doit être versé au C. C. postal 1258-63 Paris

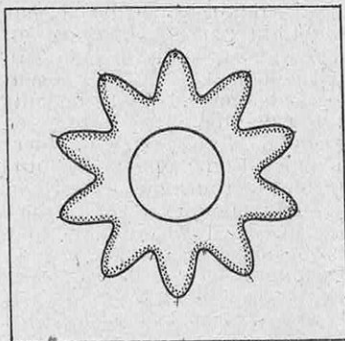


FIG. 7. — TREMPÉ D'ENGRENAGE PAR INDUCTION

les fréquences de 2 à 10 kilocycles correspondent à des épaisseurs de trempe de 1 à 0,5 mm ; les fréquences radio comprises entre 400 et 500 kilocycles permettent de limiter l'épaisseur de trempe à 0,07 mm.

La couche externe trempée acquiert une structure *martensite* fine (composant dur des aciers trempés, formé d'aiguilles fines faisant entre elles des angles de 120°) (1) ou même, si l'acier est riche en carbone, une structure d'*austénite* (solution solide de carbone dans du fer gamma, c'est-à-dire du fer ayant conservé la structure cristalline qu'il acquiert à la température de 900° C).

La brièveté de l'opération permet d'éviter toute altération de la surface ou déformation : la décarburation, le nettoyage et la rectification après trempe se trouvent donc évités.

Le rendement maximum est obtenu par un fort « couplage » de la pièce, considérée comme le secondaire d'un transformateur, avec l'inducteur qui, constitué par des enroulements de cuivre rouge ou par des blocs d'induction refroidis par courant d'eau, épouse la forme de la pièce.

On utilise, suivant le cas, le procédé de *trempe sur place*, la pièce, de petite dimension, étant chauffée sur tous les points simultanément et refroidie de même (son remplacement doit alors pouvoir s'effectuer aussi rapidement que sur un tour automatique) ou le procédé de *trempe à la chaîne* dans lequel on fait défiler les pièces dans l'inducteur, le refroidissement se faisant par

douchage à la sortie de celui-ci. La vitesse de circulation de bielles (fig. 6) ou d'axes de piston ainsi traités à la chaîne est de 1,7 m/mn.

Pour tremper un vilebrequin, on l'entoure de blocs d'induction qui en sont éloignés de 1,6 mm et on emploie un courant haute fréquence de 7 000 à 15 000 ampères sous 20 volts de tension ; dans ces conditions, en 4 ou 6 secondes suivant l'importance de la pièce traitée, les parties soumises à l'induction (1 mm d'épaisseur) sont chauffées à 820° C ; le refroidissement est ensuite obtenu par écoulement d'eau froide sous une pression de 2,8 à 3 kg/cm² passant par les ouvertures des blocs inducteurs. La dureté ainsi obtenue est de 57 à 65 Rockwell (1), tandis que les parties non traitées restent aux environs de 30. Un « revenu » à 220° C élimine les tensions internes.

La trempe des engrenages (fig. 7) s'effectue dent par dent

(1) La dureté Rockwell est la profondeur, mesurée en deux-millièmes de millimètre, de l'empreinte laissée par un diamant conique à angle de 120° et à pointe arrondie sous une charge de 150 kg.

ou groupe de dents par groupe de dents.

La méthode de trempe superficielle par induction s'étend à beaucoup d'autres pièces mécaniques telles que cames, tables de roulement des rails, tambours de freins, etc, avec une haute capacité et une forte économie de production.

CAMERA DE FORMAT RÉDUIT POUR AMATEUR ET PROFESSIONNEL

MOINS onéreux et moins encombrant que le film normal de 35 mm, le film de format réduit, surtout celui de 16 mm, a conquis assez rapidement la faveur des amateurs. Il faut reconnaître d'ailleurs que les appareils mis au point pour l'utilisation de ce film permettent d'obtenir d'intéressantes et excellentes projections.

On pouvait cependant se demander si le domaine du petit format n'était pas susceptible d'être élargi au cinéma documentaire, au reportage, à

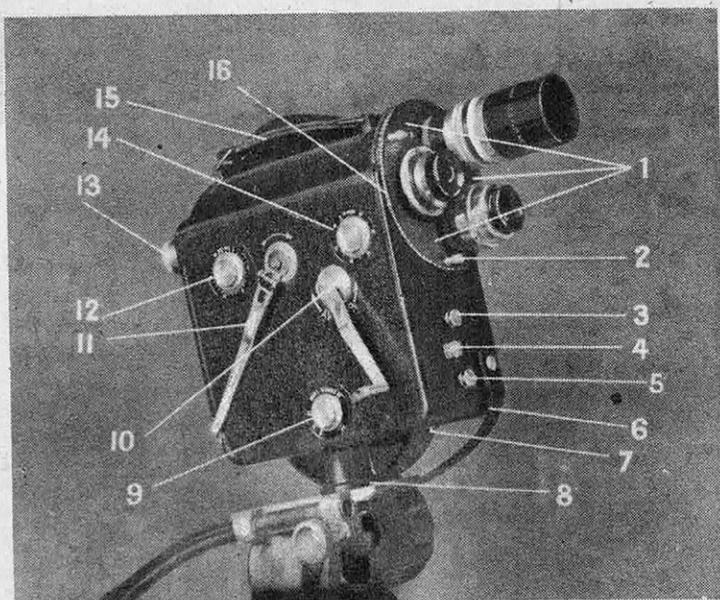


FIG 8. — LA NOUVELLE CAMERA E. T. M. P 16

1, Viseurs escamotables ; — 2, Débloçage de la tourelle porte-objectif ; — 3, Bouton pour la prise de vues image par image ; — 4, Verrou de sécurité ; — 5, Bouton de défilement continu ; — 6, Dragonne ; — 7, Ergot pour poignée ; — 8, Fixation sur pied ; — 9, Régulateur de vitesse ; — 10, Axe de manivelle amovible pour marche à main ; — 11, Manivelle de remontage ; — 12, Compteur métrique ; — 13, Oculaire de viseur sur dépoli ; — Compteur d'images ; — 15, Poignée de transport ; — 16, Tourelle mobile.

(1) Voir *Science et Vie*, n° 240 juin 1937, page 426.

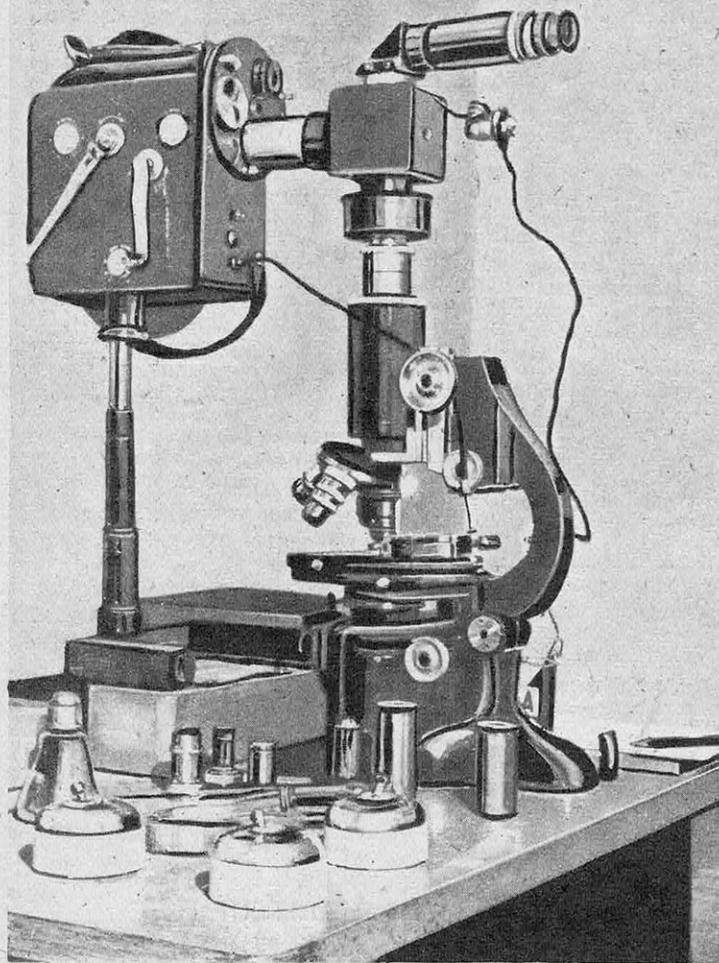


FIG. 9. — INSTALLATION DE MICROCINÉMATOGRAPHIE DE M. GRADESCO

l'enseignement, où ses qualités de prix de revient, de légèreté et de simplicité d'utilisation le feraient certainement apprécier. C'est sur la camera de prise de vues que devait porter l'effort afin de la doter des perfectionnements nécessaires pour élargir son champ d'application et satisfaire les exigences des professionnels.

La camera de réalisation française que représente la figure 8 peut ainsi être considérée comme le type d'appareil alliant la robustesse et la simplicité d'un instrument d'amateur à la précision d'un outil de professionnel, doté de larges possibilités dont nous signalerons les plus frappantes. La prise de vues peut

s'y effectuer à six cadences différentes, allant de 8 à 72 images par seconde, avec changement de vitesse en marche, mise en marche instantanée et régularité absolue du défilement du film quelle que soit la vitesse. Ainsi sont obtenus sans peine les effets spéciaux de ralenti et d'accélération. Trois objectifs, dont un téléobjectif, sont adaptés à la tourelle dont la rotation entraîne la substitution automatique d'autant de viseurs à parallaxe compensée, permettant un cadrage des images constamment correct. Indispensable pour les gros plans, la mise au point sur verre dépoli se fait à l'aide d'un viseur à lunette donnant une image redressée et agran-

die qu'une rotation de la tourelle de 60° fait passer sur le film. La prise de vues image par image est naturellement possible par simple bouton pression, ainsi que la marche avant ou arrière par manivelle à main avec décompte des images par un compteur permettant le repérage précis pour les effets spéciaux.

La figure 9 illustre particulièrement bien les ressources de la camera. Elle en montre l'adaptation à la microcinématographie telle que l'a réalisée M. Gradescio au laboratoire d'Embryogénie comparée au Collège de France. La microcinématographie, considérée jusqu'ici comme une technique coûteuse et délicate, peut ainsi, grâce au film réduit, étendre ses applications, puisque le matériel de prise de vues, léger et maniable, est facilement emporté en voyage. Par l'emploi d'un moteur électrique très démultiplié actionnant une poulie fixée sur la broche de la manivelle, la cadence de prise de vues peut être réduite autant qu'on le désire (le temps de pose reste celui de la cadence normale, 1/32° de seconde), à une image toutes les une, deux, ou six secondes et plus. Ainsi peuvent être filmés des phénomènes particulièrement lents.

LE CONTROLE DES RADIATIONS NOCIVES

La protection des travailleurs exposés à des rayonnements pénétrants, par exemple dans l'industrie des produits radioactifs naturels ou artificiels, dans les laboratoires de recherches utilisant ces produits et partout où l'on met en œuvre des générateurs à haute tension pour rayons X ou autres, exige un contrôle permanent de l'intensité des radiations susceptibles de provoquer à la longue des lésions plus ou moins graves. L'industrie atomique, en particulier aux États-Unis, impose à son personnel le port de fragments de film photographique mis à l'abri de la lumière dans des sachets ; après développement, le noircissement plus ou moins accusé de ces films mesure les doses de radiations auxquelles ont été soumis à leur insu ceux qui en étaient équipés. Une firme de Boston (États-Unis) a

organisé un service régulier de distribution et d'analyse de tels fragments de films. Chaque semaine, les films reçus de divers abonnés à ce service, portant chacun un numéro d'identification caractérisant un travailleur déterminé, sont analysés, et les résultats transmis aux intéressés, soit par lettre, lorsque tout paraît normal, soit par télégramme en cas d'urgence. L'abonné ainsi alerté peut procéder immédiatement à la recherche des défauts survenues dans les dispositifs blindés de protection de son personnel.

ÉCONOMIE D'ESSENCE ET SURPUISSANCE

PARMI les facteurs dont dépend le rendement thermique d'un moteur à explosions figure la diminution des pertes de chaleur pen-

tion : il consiste dans l'ionisation de l'air aspiré et du mélange carburé. Voici comment M. Lagier le met en œuvre. L'air aspiré traverse, à son arrivée au carburateur, une buse formée de lamelles convenablement disposées et terminées en pointes (fig. 10). Cette buse, en *tonkan* américain (alliage de fer pur et d'acier doux), se charge d'électricité par le frottement des molécules d'air, et cette charge statique tend, comme on le sait, à s'écouler par les pointes des lamelles. Parmi les molécules présentes dans l'air carburé, certaines se trouvent ainsi ionisées positivement, les autres négativement et cette ionisation a d'heureux effets sur les processus de combustion. Les essais ont montré que la vitesse de combustion était triplée, et la baisse de température de 15° C constatée pour l'eau de refroidissement confirme que les pertes de

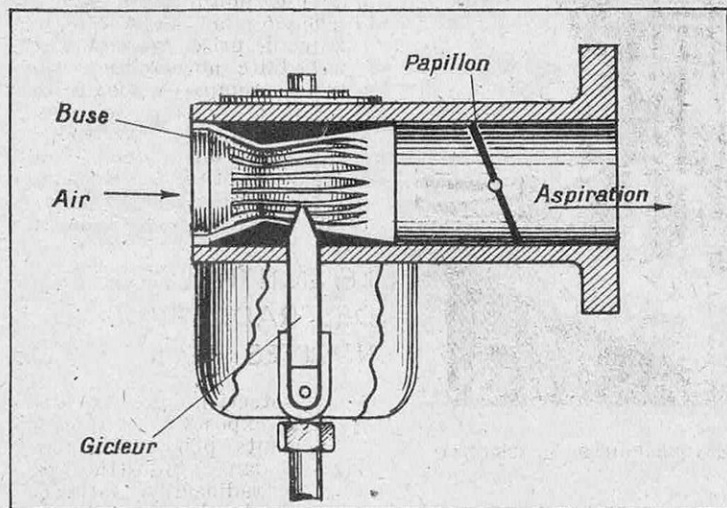


FIG. 10. — CARBURATEUR HORIZONTAL MUNI DE LA BUSE FORMÉE DE LAMELLES TERMINÉES EN POINTE

dant la combustion et pendant la détente. Pour agir favorablement sur ce facteur, il faut donc diminuer la durée de la combustion, ce que l'on cherche à réaliser en augmentant l'homogénéité du mélange carburé, c'est-à-dire en mélangeant aussi intimement que possible l'air et les fines gouttelettes d'essence qu'il entraîne vers le cylindre sous l'effort de l'aspiration produite par le piston.

Mais on peut aussi faire appel à un autre phénomène pour accroître la vitesse de combus-

tion : il consiste dans l'ionisation de l'air aspiré et du mélange carburé. Voici comment M. Lagier le met en œuvre.

L'adjonction de ce dispositif à une voiture de série se traduirait ainsi par une amélioration, tant en ce qui concerne l'économie de carburant que la vitesse réalisée (en côte comme en palier), de l'ordre de 25 p. 100, avec une facilité de conduite accrue, la nécessité de changer de vitesse se faisant sentir moins fréquemment.

Enfin, non seulement l'ionisation du mélange carburé assurerait une combustion plus



FIG. 11. — ENSEMBLE D'UN ÉQUIPEMENT ULTRALÉGER POUR PILOTE D'AVION COMPRENANT LES NOUVEAUX ÉCOUTEURS-MINIATURES, UN MICROPHONE FIXÉ SUR LA LÈVRE SUPÉRIEURE ET, ATTACHÉ À LA CRAVATE, UN DISPOSITIF DE RÉGLAGE DU VOLUME SONORE DES ÉCOUTEURS

complète, retarderait la vague détonante (formée par la sur-oxxydation des gouttelettes d'essence), mais les dépôts éventuels de carbone s'effectueraient sous forme de graphite colloïdal, ce qui éviterait le calaminage du moteur, pour son plus grand bien.

ÉCOUTEURS MINIATURES POUR PILOTES D'AVIONS

LES pilotes d'essais des usines Lockheed, aux États-Unis, sont équipés

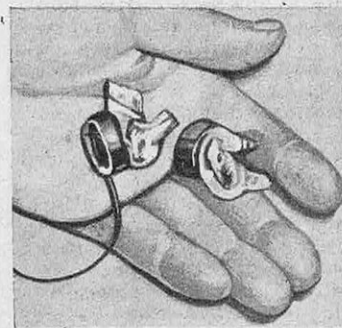


FIG. 12. — LES ÉCOUTEURS MONTÉS SUR LES BOUCHONS EN MATIÈRE PLASTIQUE

depuis peu d'un nouveau système d'écouteurs montés sur des bouchons en matière plastique qui sont introduits dans le canal auditif. Ces bouchons doivent être moulés sur mesure, ce qui explique le prix élevé de ce dispositif, 50 dollars (6 000 francs). Les écouteurs sont de modèle réduit et le son qu'ils émettent parvient directement à la face externe du tympan, à travers un conduit ménagé dans le bouchon plastique.

L'avantage principal de ce dispositif, qui semble plus apprécié des pilotes que le casque classique, est qu'il est très léger, qu'il élimine presque complètement les bruits extérieurs et que la matière plastique tend à étouffer les vibrations.

NOUVEAU DÉTECTEUR D'ONDES DE LA RADIO

DEUX savants américains, Andrews et Clark, de la John Hopkins University, ont découvert fortuitement, par suite d'un concours heureux de circonstances, un phénomène nouveau particulièrement curieux. Il s'agit de la propriété qu'aurait le nitruure de columbium (1) de détecter les émissions radioélectriques. En cherchant à mettre au point un bolomètre très sensible pour l'étude du rayonnement infrarouge, dont l'organe principal consistait en une bande de nitruure de colum-

(1) Le columbium (ou niobium) est un métal relativement rare et cher qui a trouvé jusqu'ici peu d'applications. On en a envisagé l'emploi comme métal d'addition aux aciers inoxydables et aux aciers à grande résistance aux hautes températures que réclament les constructeurs de turbines à gaz de turboacteurs.

bium, il arriva que la batterie alimentant le filament de chauffage réglant la température de cette bande s'épuisa et fut déconnectée. Le columbium se refroidit alors rapidement, car l'appareil était plongé dans de l'hydrogène liquide, et atteignit l'état que les physiciens désignent sous le nom de « supraconductivité », où la résistance opposée au passage du courant électrique tombe à une valeur pratiquement nulle (1). Les opérateurs eurent alors la surprise d'entendre un haut-parleur, relié à un amplificateur à fréquence vocale resté en circuit, débiter une émission radiophonique locale. Le nitruure de columbium remplissait à ce moment le rôle d'un détecteur. Il est encore trop tôt pour se prononcer sur l'intérêt pratique de cette découverte qui semble cependant susceptible d'applications dans les communications radiophoniques à très grande distance.

POUR AVOIR LES MAINS LIBRES AU TÉLÉPHONE

IL est souvent nécessaire, au cours d'une communication téléphonique, soit de prendre des notes, soit de rechercher une pièce dans un dossier, etc., toutes opérations pour lesquelles l'obligation de tenir l'appareil d'une main est une sujétion peu agréable.

Un appareil fort simple permet de remédier facilement à cet inconvénient. Robuste, quoique léger (70 g), il est constitué par un casque en fil

(1) Voir : « La supraconductivité des métaux » (*Science et Vie*, n° 109, juillet 1926, page 37).



FIG. 13. — L'APPAREIL « MAINLIBRE »

d'acier (corde à piano), muni d'un côté d'une bague maintenant le combiné téléphonique, de l'autre d'un simple tampon qui, appliqué sur l'oreille libre, isole des bruits environnants. Ce tampon peut d'ailleurs être déplacé si on désire en même temps suivre une conversation. Il peut également être remplacé par l'écouteur utilisé souvent par les personnes dures d'oreilles.

LE RECORD D'ALTITUDE DES BALLONS-SONDES

C'EST la France qui détient actuellement le record d'altitude des ballons-sondes. Jusqu'au 14 août dernier il était de 31 400 m.

Ce jour-là, à 17 heures, l'Observatoire de Trappes a lancé un ballon qui a atteint une altitude de 33 880 m. A son entrée dans la stratosphère, à 12 650 m, la température enregistrée était de — 57°4 C.

V. RUBOR

NUMÉROS DISPONIBLES

1945 : 337, 338, 339.	à 20	» 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.	à 30	» —
Numéro hors série : « Aviation 1946 ».	à 120	» —

Abonnements : affranchissement simple, *France et colonies* : 300 francs ;
Recommandé : 400 francs. — *Étranger* : 450 francs ; recommandé : 600 francs.
Adresser le montant de toutes les commandes au
C. C. Postal 9107 Paris.

VUES MODERNES SUR LA PHOTO D'AMATEUR VOICI L'HIVER, NE RANGEZ PAS VOS APPAREILS

La photographie à la lumière artificielle est très intéressante et simple à réaliser. Vous aurez plaisir à fixer le souvenir des soirées d'hiver, à faire de beaux portraits. Suivez les indications ci-dessous et vos débuts connaîtront le succès.

1^o Lisez l'un des livres suivants :

Lumière artificielle de Marcel Natkin : 210 fr.

Photographiez partout à la lumière artificielle : 110 fr.

2^o Achetez : des films panchromatiques rapides (types Super XX ou Minuto 32^o).

Deux projecteurs au moins (qui d'ailleurs peuvent aussi servir à d'autres usages, éclairer votre table de travail par exemple). Voici deux modèles bien conditionnés :

a. Le CAL (grande facilité d'accrochage, grande souplesse d'utilisation) : 1 150 fr.

b. Le CRABE, léger et peu encombrant : 565 fr.

Des lampes photofloods (nous en avons un petit stock et ferons au mieux pour les distribuer) : 130 fr.

Un dévolteur-contacteur à pied, accessoire indispensable pour économiser les photofloods qui, utilisées à plein rendement, ont une vie très brève (2 à 4 h) : 550 fr.

3^o Rappelez-vous que même avec des ampoules ordinaires vous pouvez faire chez vous de la photo. Avec deux lampes de 50 W et les projecteurs ci-dessus, cinq secondes suffisent à ouverture moyenne, une seconde à grande ouverture.

4^o Si vous n'avez ni photofloods, ni projecteurs, vous pourrez quand même faire de l'instantané avec des sachets de poudre éclairante sans fumée (les cinq doses : 16 fr.).

5^o Même avec un appareil très ordinaire, si vous y ajoutez une lentille Prommor, vous réussirez d'excellents portraits (de 360 à 620 fr. suivant diamètres). Un filtre bleu évitera les rouges trop clairs (en 36 mm) : 370 fr.

6^o Au-dessous du 1/20 de seconde, l'appareil ne peut être tenu en main sans risquer le flou. Un pied de poche se fixant au bord d'une table sera très pratique (550 fr.). Si vous avez un retardateur Rex, vous pourrez aussi figurer sur la photo (modèle standard) : 730 fr. Modèle Leica : 860 fr.

Bientôt Noël ! Vous êtes certain de dispenser la joie en offrant un appareil photographique ou un accessoire nouveau. (Passez commande sans tarder, car tous ces articles ne sont disponibles qu'en petite quantité).

1^o SUPERFEX 4 × 6,5. Pas de mise au point, 1 vitesse d'obturation : 850 fr.

2^o SEM KIM, 36 vues, 24 × 36 sur film ciné normal 35 mm., objectif 2,9 ou 3,5, obturateur 1/25 à 1/200, blocage vue par vue. 7 865 fr.

3^o ONTOBLOC II, 36 vues, 24 × 36 sur film ciné normal, objectif 3,5, obturateur genre compur une seconde au 1/300 : 11 640 fr.

4^o FOCA II BIS, 36 vues, 24 × 36 sur film ciné normal 35 mm., objectif 3,5, traité extrêmement lumineux, obturateur jusqu'à 1/1000. La meilleure valeur or du moment : 31 750 fr.

(Nous pouvons faire une reprise sur l'appareil que vous possédez.)

5^o PRISMOR CONTAX, l'instantané de 0,25 m à 0,90 m avec le même automatisme que les photos au delà d'un mètre (télémetre et cadrage corrigés). Prix : 5 460 fr.

6^o PRISMOR FOCA, mêmes possibilités que le précédent ; pour FOCA II et II bis : 3 450 fr.

7^o PROJECTEUR CINÉ-GEL, 8,5 mm, 9,5 mm ou 16 mm, à partir de 17 000 fr.

8^o CINÉ DE POCHE, article pour enfants, mais très intéressant aussi pour les amateurs photographes. Visionneuse et cinq films : 612 fr. Lanterne et un film : 1 500 fr. Notice spéciale sur demande.

9^o Sac « Tout prêt » pour KINAX. Vous pourrez opérer sans sortir l'appareil du sac. Convient également pour la plupart des autres appareils 6 × 9 : 1 200 fr.

10^o FILMS D'ÉDITION, 8, 9,5 et 16 mm. Demandez liste détaillée.

11^o Deux nouvelles créations « SOMMOR » :

a. Agrandisseur SOMMOR ELJY : modèle simple et peu encombrant utilisant comme optique l'appareil ELJY. Permet des agrandissements de 6 × 9 à 18 × 24. Livré avec ampoule 40 W opale, facile à remplacer, et passe-vues : 3 950 fr.

b. Agrandisseur SOMMOR STANDARD (24 × 36 à 3 × 4). Appareil simple et d'excellent rendement. Éclairage par ampoule 40 W opale et condensateur. Agrandissement du 6 × 9 au 18 × 24. Passe-film SOMMOR : mise au point par rampe hélicoïdale à bille, sans optique : 4 250 fr.

Utilise tous objectifs classiques du marché.

Renseignements et notices seulement contre 9 fr. en timbres ou coupons réponse internationaux.

Conditions de vente. — Prix indiqués sous réserve de hausse. Expédition contre remboursement. Pour les colonies, paiement par virement postal préalable. Emballage et port facturés au plus juste prix. Franco pour commande supérieure à 10 000 fr.

GRENIER, 27, rue du Cherche-Midi (métro Sèvres-Babylone). Magasin ouvert tous les jours sauf le samedi. — C. P. 1526-49, Paris.

L'ÉCLATRON

Lampe-éclair électronique française.

Dans le domaine de la photographie les lampes à incandescence appartiennent à une technique périmée, car elles consomment beaucoup, émettent trop de chaleur et ont une vie brève (2 h pour une lampe survoltée, 1 cliché pour une lampe éclair-magnésium).



MODÈLE REPORTAGE, 3,500 kg, 26 × 18 × 9 cm. Réflecteur, 18 cm.

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 1/50000 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 infailible. Possibilité de travail pendant les pannes et coupures du secteur. Possibilités illimitées pour la photo en couleurs.

Nos réalisations : deux modèles dénommés REPORTAGE et STUDIO. L'ÉCLATRON - REPORTAGE est aisément portable. Composé d'un petit générateur et d'une torche isolante moderne, se montant sur tous les appareils. La batterie accu 4 V permet de faire 150 clichés. On la recharge ensuite. Son éclair au 1/50000 permet de travailler à F : 11 sur une distance de 4 m avec une émulsion panchromatique rapide. Un petit synchronisateur de la grosseur d'un crayon est adapté par nos soins sur tous les appareils courants.

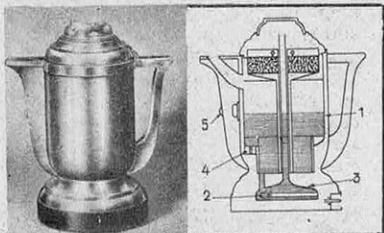
Pour tous renseignements techniques et commerciaux, s'adresser à Société ECLATRON, 7, rue Scribe, Paris (9^e).

LA CAFETIÈRE ÉLECTRIQUE AUTOMATIQUE CELT

pour les amateurs de vrai « moka ».

Médaille d'or au concours Lépine 1946. Hors concours et membre du jury à la Foire de Paris 1947.

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



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

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

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

— Chaudière rapide (3).

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

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

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

— Contrôle de marche par voyant lumineux (5).

— Garantie un an.

— Consommation 400 W.

Mode d'emploi.

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

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

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

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

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

Prix franco : polie..... 3 480 fr.

Émaillée..... 4 195 fr.

Notice contre 6 fr en timbres.

H. Michel CARTEAU, 65, boulevard Sébastopol, Paris (1^{er}).

C. P. Paris 2634-29.

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

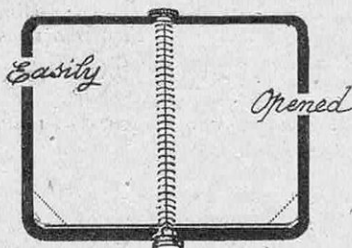
« COPONO-BOOK »

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 portefeuille d'identité et d'un répertoire adresses-téléphone.

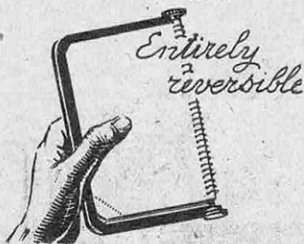
Son immense succès est la consécration de la supériorité de ses qualités.

Sans effort...

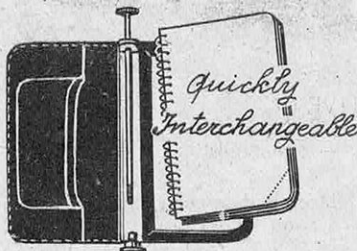


Il reste « totalement » ouvert.

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 peaussérie, 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.

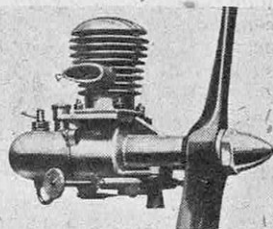
« COPONO-BOOK », Combined Pocket and Note-Book, est vendu chez tous les libraires, maroquiniers et papetiers. Vente en gros exclusive-ment :

Pour Paris : COPONO-BOOK, 28, place Saint-Georges. Tél. Tru. 95-01. 95-08.

Province : COPONO-BOOK, 10, rue de la Treille, Clermont-Ferrand. Tél. 27-37.

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 2 200 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).

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.

TÉLÉPHONEZ LES MAINS LIBRES

MAINLIBRE se monte sur tous les téléphones et permet à volonté de tenir l'appareil d'une main ou d'avoir les deux mains libres. Sans interrompre votre conversation, vous consulerez vos dossiers et ne perdrez plus de temps.

MAINLIBRE réduira vos frais généraux. Envoi contre 295 francs ou contre remb. (plus 20 fr.) ou chez votre papetier ou électricien.

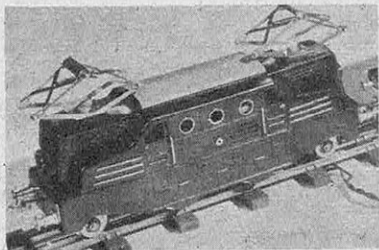
Notice sur demande.

MAINLIBRE Bte Post. 67-15, Paris. Ch. Post. 558276, Paris.

Représentants démonstrateurs demandés.

CONSTRUISEZ VOUS-MÊME CETTE AUTOMOTRICE ÉLECTRIQUE SILENCIEUSE (LICENCE ZEDA)

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.

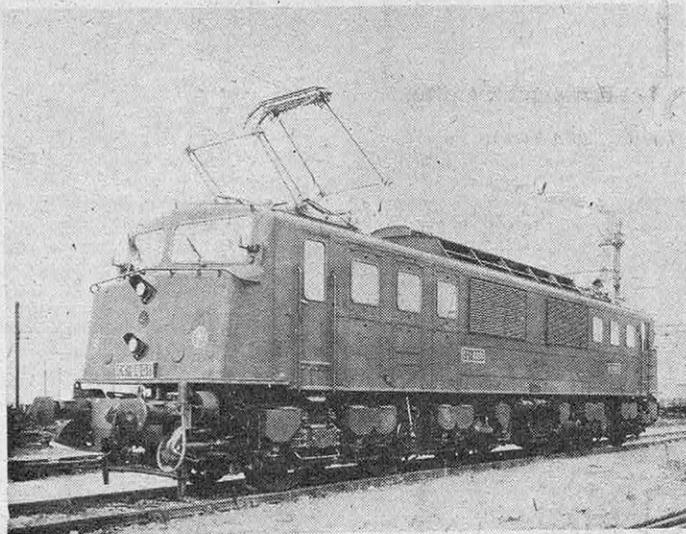


de wagons, ainsi que tous les accessoires et pièces, rails, signaux, rhéostats, capables de constituer le plus beau réseau de train électrique d'une conception et d'une réalisation bien françaises.

Caractéristiques. — C'est la machine silencieuse grâce à son mouvement placé sous le carter, noyé dans un bain d'huile. Sa conception brevetée,

UN AUTRE MODÈLE : la BLZ «OO»

Locomotrice forme aérodynamique à



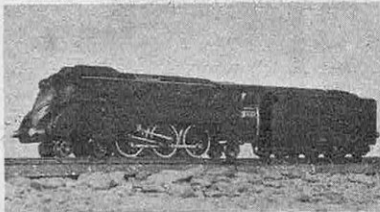
LOCOMOTIVE CC
dernier modèle de la S. N. C. F.
12 roues motrices — 2 moteurs.

unique au monde, est constituée par deux demi-coquilles, moulées sous pression et assemblées, formant la locomotive.

L'ensemble a été calculé pour s'apparenter, dans la forme, avec le dernier type des réseaux ferroviaires, pour réaliser, par le choix des alliages et le poids, le rendement maximum à la traction.

Nous fournissons aussi, à des prix avantageux, tous les types

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 (20^e).



MOTEURS MICRON pour modèles réduits

Le problème de la motorisation des modèles réduits d'avions, de bateaux ou d'autos, a été résolu par les Établissements MICRON qui fabriquent à l'intention des modélistes une gamme complète de moteurs répondant à tous leurs besoins.

Le plus petit de ces moteurs, le 0,8 cm³ MICRON, ne pèse que 42 gr en ordre de marche et décolle allègrement du sol des maquettes de 300 à 400 gr, reproduisant le vol à l'échelle des avions grandeur.

Sur ces véritables moteurs deux temps en réduction, l'allumage s'effectue, comme sur les Diesels, par la compression, ce qui supprime l'installation électrique utilisée jusqu'alors et dont le poids était souvent prohibitif.



La maquette du Piper-Gus équipée du 0,8 cm³ MICRON. Poids 300 gr., envergure 107 cm (Plans Guillemard.)

En plus de leurs moteurs à auto-allumage 0,8, 2,8 et 5 cm³, les Établissements MICRON fabriquent un 10 cm³ à magnéto donnant 0,5 ch à 7 000 tours/mn et ne pesant que 470 gr, magnéto comprise. Plus spécialement destiné à la performance, ce moteur a officiellement atteint 147 km/h sur un avion en vol circulaire commandé. Comme les autres moteurs MICRON, il peut également se monter sur des modèles d'autos ou de bateaux.

Les qualités de présentation, de robustesse et de facilité de mise en marche de ces moteurs sont en mesure de satisfaire les plus exigeants des amateurs de modèles en réduction.

Renseignements gros et détail : Établissement MICRON, 8, rue Victor-Gelez, Paris (11^e). Joindre 12 francs en timbres.

A LA SOURCE DES INVENTIONS

56 bis, boul. de Strasbourg, Paris-10^e, près de la gare de l'Est,

la plus ancienne et la plus importante maison de

Modèles réduits, vous invite à venir voir SES VITRINES de NOËL.

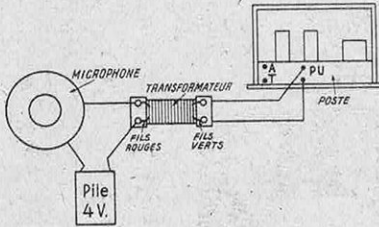
Ouvert le lundi.

Catalogue général contre 25 francs en timbres ou mandat.

UTILISEZ MIEUX ENCORE VOTRE POSTE DE T. S. F.

Lequel d'entre vous, se trouvant dans une réunion, dans une fête, devant un micro, ne s'est découvert soudain une vocation de speaker amateur et pris d'une envie folle de parler dans la boîte mystérieuse ?

Or, c'est ce que vous pouvez faire à peu de frais avec une installation d'une simplicité enfantine sur votre poste de T. S. F. en vous conformant au schéma ci-dessous.



Vous pourrez ainsi faire des farces, annoncer les disques que vous passez en pick-up, appeler quelqu'un, commenter une audition, plagier un émetteur fantaisiste, etc.

L'effet de surprise sera encore plus grand si vous tenez secrète l'installation du micro et installez celui-ci dans une autre pièce au moyen d'un fil assez long.

- Prix du micro 450 fr.
 - Transformateur 60 —
 - Pile..... 20 —
 - Fil spécial, les 5 mètres..... 100 —
 - Frais d'envoi..... 100 —
- 730 fr.

Vous pourrez trouver tout ce matériel aux Etablissements M. J., 19, rue Claude-Bernard, Paris (5^e), et RADIO M. J., 6, rue Beaugrenelle, Paris. C. P. Paris 1532-67.

POUR LE MOTORISTE ET L'USAGER DE L'AUTOMOBILE

Vient de paraître :

LE LIVRE DE L'AUTOMOBILISTE
par A. LEPOIVRE,

420 pages 14 x 22, avec 227 figures. Envoi franco contre mandat de 403 francs à la Librairie DESFORGES, 29, quai des Grands-Augustins, Paris (6^e).

...le livre qui doit être entre les mains de tous ceux qui s'intéressent à l'Automobile...

(Sommaire détaillé sur demande.)



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.

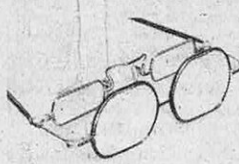
TÉLÉSON-RADIO

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

LIRE CONFORTABLEMENT



LUNETTE-LOUPE FRANÇAISE



Le vœu de tous les alités est réalisé par la LUNETTE DE LIT très légère : 38 gr., grossit quatre fois à 30 cm., champ de vision nette 15/15 cm., adaptation à toutes les vus par modification des oculaires. Encombrement réduit, se plie dans un étui courant. Indispensable pour tous les travaux minutieux.

H. et M. RENAULT, opticiens, 107, rue Juffroy, Paris. Wag. : 15-15.

UN PROGRÈS DANS L'HORLOGERIE LA WATER-PROOF STAINLESS

Contre l'encrassement et par sa qualité, s'impose.

Cette montre étanche, antipoussière, bracelet cuir, au prix de 2 522 francs.

Catalogue n° 25 gratuit sur demande. SOCIÉTÉ D'HORLOGERIE DU DOUBS, 106, rue Lafayette, Paris.

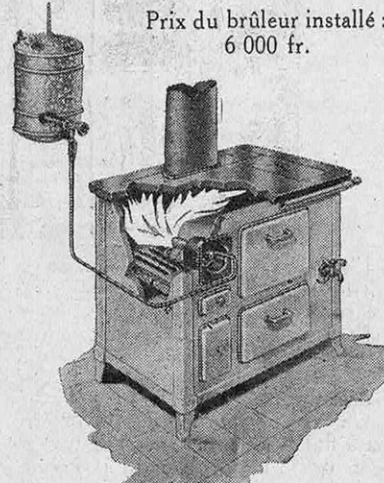
CHAUFFAGE ASSURÉ

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.

Prix du brûleur installé : 6 000 fr.



Demandez l'installation de ce merveilleux appareil à votre installateur habituel ou aux Etablissements MAZOUCALOR, à SEYSSSES (Haute-Garonne). — Tél. 7.

Agence de Paris : Société Satherne, 77, av. Gambetta à Bagnolet. Tél. : Avron 14-85.

UNE NOUVELLE PROTECTION CONTRE LE FEU

Au cours de la guerre, certains coffres-forts restèrent pendant des jours entiers dans des brasiers ardents. On n'y retrouva que des papiers calcinés.

On constata alors l'insuffisance de la protection contre l'incendie, même chez les grandes marques qui s'étaient pourtant déjà préoccupées de ce problème.

La Société des Coffres-forts Bauche, ne voulant pas faillir à sa réputation de « première marque française », n'a pas hésité à transformer complètement sa technique de fabrication, et réalise actuellement un coffre-fort ultra-moderne offrant toutes les sécurités désirables.

L'épaisseur des parois du coffre-fort Bauche 1947 a été augmentée de telle façon que le garnissage réfractaire anti-chalumeau y conserve son importance et qu'il se complète d'un nouveau garnissage puissamment isolant, véritable barrage contre la calcination.

Des essais probants ont d'ailleurs confirmé l'efficacité de ce dispositif. La leçon du feu a été entendue.

Coffres-forts BAUCHE, 93, rue de Richelieu, Paris (2^e).

LA DIFFUSION SCIENTIFIQUE
3, rue de Londres, Paris (9^e), vous présente

son intéressante collection de livres sur l'automobile, l'électricité, la radio, les diverses professions, le dessin, la formation professionnelle, le commerce, la comptabilité, les connaissances scientifiques nouvelles, la médecine, les sports, les danses, la cuisine, la pâtisserie, le jardinage, le bricolage, la culture humaine, la graphologie, l'occultisme, la radiesthésie, etc... Catalogue général « SCIENCES 47 » de 32 pages contre 10 francs en timbres.

PRÉCIEUX CHARBON

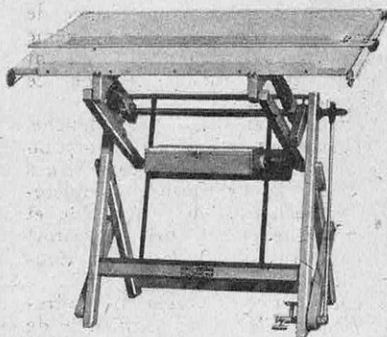
En hiver, l'aération demeure un problème, car elle correspond à jeter par les fenêtres un peu du précieux combustible.

Les appareils Ozonair, réalisant l'aération « en vase clos », apportent une solution à ce problème. Pour quelques centimes par jour, ils assainissent électriquement l'atmosphère et détruisent les odeurs (cuisine, w.-c., tabac). Mieux qu'en ouvrant les fenêtres, ils permettent d'améliorer les conditions d'hygiène et d'obtenir à l'appartement, au bureau ou à l'usine, l'air pur des campagnes. C'est à la fois une source d'économie et de santé. Ozonair, la cure d'air chez soi. Notice franco : Ozonair, 63, rue de Lancry, Paris (X^e). Bot. 24-10.



LA TABLE A DESSINER PLIANTE UNIC-STUDIO

Elle possède tous les avantages des tables à dessiner mécaniques.

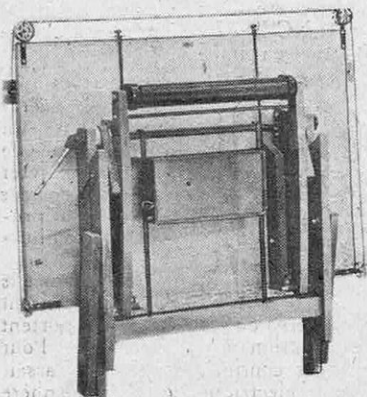


Équilibrée en toutes positions par un contrepoids approprié, la planche se déplace en hauteur et en inclinaison avec une douceur de fonctionnement incomparable. Une légère pression sur le dispositif de commande au pied immobilise la planche d'une façon absolue à la position désirée.

Prix de la table « UNIC-STUDIO » complète avec bâti pliant hêtre verni, planche encadrée trois épaisseurs, format 120 x 80, règle auto-parallèle, coffret pour accessoires, dispositif de commande au pied :

10.600 francs.

Véritable meuble d'appartement, la table « UNIC-STUDIO » se replie intégralement en quelques secondes.



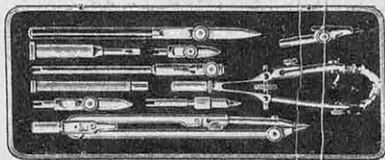
Exposition et vente :

LES TABLES A DESSINER UNIC, 108, boulevard Richard-Lenoir, Paris (XI^e). Tél. : Roq. 68-47 (lignes groupées).

Défiez-vous des imitations.

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.

C'EST EN DESSINANT QU'ON APPREND A DESSINER

Vous pouvez, seul, chez vous, sans frais, apprendre le dessin industriel grâce à l'ouvrage

« LEÇONS DE DESSIN INDUSTRIEL » (160 exercices progressifs et une abondante documentation normalisée).

Détail chez FOUCHER, 128, rue Rivoli, Paris. Gros chez l'auteur : CHEVAIS, 167, rue de Vaugirard, Paris.

UN REVENANT : LE FAMEUX FLACON ENCRIER STEPHENS'

à niveau constant,

rempli d'une ENCRE A STYLO DE LUXE, unique sur le marché;

L'encre de guerre n'est plus maintenant qu'un mauvais souvenir et nos stylos vont pouvoir marcher à sou-hait.

Pauvres stylos, eux aussi ont été bien mal nourris avec des encres faites uniquement d'eau et de colorants peu solubles.

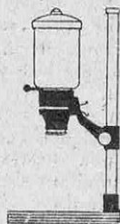
DOCUMENTEZ-VOUS SANS RETARD SUR LE " LYNXA "

L'agrandisseur de précision.

Entièrement métallique. Nouvelle technique de l'éclairage semi-diffus, semi-dirigé ou dirigé à volonté. Avec ou sans objectif pour Foca, Leica, Contax, etc.

Passe-vues sans glaces 18 x 24 à 6 x 6. Modèles 24 x 36 à 3 x 4, 6 x 6 et 6 x 9 avec marge. Projeté horizontalement.

Notice sur demande - LYNXA, 90, rue Amelot, Paris (11^e).



REFLEX, l'appareil à DESSINER le mieux combiné...



... Vous permet de

TOUT COPIER,

AGRANDIR,

RÉDUIRE exacte-

ment, rapide-

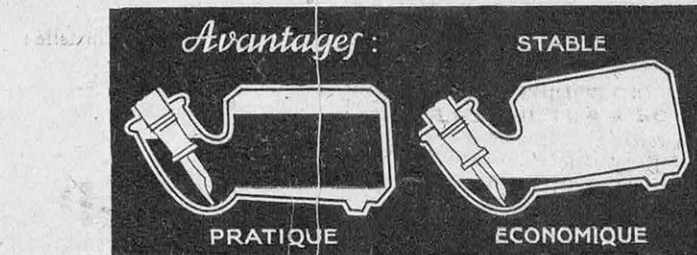
ment, à n'importe

quelle échelle :

images, dessins,

paysages, portraits, plans, objets, etc.

Écrire : C. A. FUCHS, constructeur, THANN (Haut-Rhin).



L'eau s'évaporant, le dépôt encras-sait les conduits capillaires et le stylo n'écrivait plus.

Et que dire des flacons de toutes formes et de tous calibres si mal commodes et si dangereux pour les bacs de plume ?

Une bonne encre à stylo doit être extra-fluide, ne laisser aucun dépôt et contenir un pourcentage de glycérine, laquelle a pour mission de maintenir l'humidité constante de la plume.

Un bon flacon doit être conçu pour assurer le remplissage facile du stylo jusqu'à la dernière goutte.

Lectrices et lecteurs de *Science et Vie* vont retrouver avec satisfaction le fameux flacon encrier STEPHENS'

bureau le plus pratique et le moins cher du marché.

Deux coloris : bleu noir, l'encre indélébile, ou bleu radio, l'encre distinguée, d'un beau bleu-outremer.

Le flacon encrier STEPHENS' à niveau constant est en vente chez tous les papetiers, mais nous vous engageons à l'acheter au plus tôt ; les approvisionnements étant encore restreints.

Conseil. — Avant de remplir votre stylo, avez soin de le nettoyer soigneusement à l'eau tiède.

STEPHENS' la meilleure des encres anglaises, fabriquée en France, par la Cie des ENCREs, 37, rue Deguingand, LEVALLOIS-PERRET (Seine).

VOUS AVEZ BESOIN DE SAVOIR RÉDIGER

pour vous faire comprendre, pour vous défendre, pour mettre en valeur vos connaissances et vos possibilités.

Quelle que soit votre situation, quels que soient vos projets, vos besoins, votre intérêt sera toujours lié à la façon dont vous saurez extérioriser vos idées, vos sentiments, vos conceptions. Sans doute l'avez-vous déjà éprouvé. Mais avez-vous éprouvé aussi les difficultés sans nombre, les hésitations devant la page blanche, les pertes de temps, lorsqu'il s'agit d'écrire un rapport, un mémoire, une lettre délicate ?

Il est temps de vous ressaisir. La faculté de bien rédiger peut s'acquérir et se développer rapidement au prix d'exercices méthodiques et bien conduits. Renseignez-vous dès aujourd'hui sur le cours de Rédaction de l'École A. B. C. qui a formé, depuis 1930, des milliers d'excellents rédacteurs de toutes catégories.

Demandez à A. B. C. (Rédaction 38), 12, rue Lincoln, Paris (VIII^e), la brochure « L'Art d'Écrire » qui vous fournira une documentation complète sur l'attrait et l'efficacité de cette méthode. Vous verrez que vous ne le regretterez pas.

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, Électricité, Élevage, 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'embaras 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).



PASSE-TEMPS FAVORI

Le modèle réduit.

Quelle joie de faire évoluer un beau chemin de fer électrique! Mais cette joie sera doublée de fierté si c'est vous-même qui avez été l'artisan de ce chemin de fer... et quelle économie vous réaliserez! Pour une même somme, vous pouvez avoir un nombre de wagons plus important, des circuits plus complets, des ouvrages d'art plus nombreux. Et de plus vous vous serez instruit et aurez occupé vos loisirs en fabriquant de vos propres mains cette merveille de mécanique.

Chemin de fer, Avion, bateau, tout le modèle réduit sérieux se trouve chez AIRMER, 17, rue de Belzunce, Paris, qui se fera un plaisir de vous envoyer sa documentation complète. S. V.

Joindre 15 francs en timbres-poste français.

CET AVIS INTÉRESSÉ TOUS LES JEUNES

Les jeunes, qui, inquiets et perplexes, hésitent à choisir une situation, trouveront facilement celle qui leur convient (civile ou d'État), dans le GUIDE n° 162, document unique. Envoi gratuit. ÉCOLE AU FOYER, 39, rue Denfert-Rochereau, Paris.

PROTEGEZ VOS OUVRIERS, VOS STOCKS VOS BIENS

contre l'incendie, le vol, les accidents, les rongeurs, les insectes, les maladies en faisant appel à la

SOCIÉTÉ

MARSEILLAISE DE PROTECTION 76, rue de la République, Marseille.

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.

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.

VOUS DEVEZ GAGNER BEAUCOUP PLUS

Voulez-vous rester toujours aux environs du minimum vital, ou préférez-vous gagner largement votre vie ? Voulez-vous risquer de perdre tout ce que vous avez, ou préférez-vous mettre toutes les chances dans votre jeu pour atteindre rapidement une confortable aisance ? Voulez-vous économiser sur tout, vous priver de tous les plaisirs, ou préférez-vous dépenser sans compter, grâce aux profits que vous réaliserez rapidement ? En moins d'un an, le Cours Pratique de Vente par correspondance vous permettra d'accéder à des situations des plus lucratives. Demandez le programme M 40, au Cours Pratique de Vente, 222, boulevard Pereire, Paris (XVII^e). (Joindre 20 francs.)

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.



RÉUSSIR !

Pour obtenir une situation lucrative ou améliorer votre emploi actuel, votre intérêt est de suivre les cours par correspondance de l'ENEC basés sur des méthodes d'enseignement modernes et rationnelles. Demandez l'envoi gratuit de la brochure que vous désirez (précisez le numéro).

Broch. 16.420 : *Orthographe, Rédaction.*

Broch. 16.421 : *Calcul, Mathématiques.*

Broch. 16.424 : *Électricité.*

Broch. 16.425 : *Radio.*

Broch. 16.433 : *Sténo - Dactylographie.*

Broch. 16.434 : *Secrétariat.*

Broch. 16.435 : *Comptabilité.*

Broch. 16.437 : *C. A. P., Commerce.*

Broch. 16.441 : *B.E. et Bac. 2^e session.*

ÉCOLE NORMALE D'ENSEIGNEMENT PAR CORRESPONDANCE
28, rue d'Assas, PARIS (VI^e).

25 A 30.000 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.

L'ARCHE DE NOÉ SCIENTIFIQUE

(Synthèse de tout ce qui concerne les animaux de laboratoire.)

SOYEZ DE VOTRE SIÈCLE !

Gagnez largement votre vie, sans risquer un centime, en élevant animaux de laboratoire : Souris blanches, Cobayes, Sangsues, Crapauds, Hérissons, etc.

MOYENS ET PLACEMENTS GARANTIS. Notice ANS franco.

Animaux pour la Pharmacopée : opothérapie, hormonothérapie, organothérapie, sérothérapie, etc. Études et recherches scientifiques : embryologie, génétique, biologie, etc.

Élevages en Seine-et-Marne et Loiret. LANCEL, 10, rue Civry Paris (16^e).

LE FLEXO

Mieux qu'un pinceau.



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

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

EN VENTE PARTOUT.

COURS DE PHOTOGRAPHIE

Reprise des cours pour la formation de Reporter-photographe, d'Opérateurs des Studios d'Art, sous la direction de Pierre PAPILLAUD, aux Studios VÉNUS de Nice.

Cours spéciaux par correspondance. Renseignements et documentation en s'adressant directement à Pierre PAPILLAUD, Studios VÉNUS, 22 ter, rue de France, Nice (A.-M.)

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.

PARLER ANGLAIS

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

LINGUAPHONE ENSEIGNE 21 LANGUES disponibles immédiatement
ANGLAIS, ESPAGNOL, ALLEMAND, RUSSE, ITALIEN, PORTUGAIS, SUÉDOIS, HOLLANDAIS FRANÇAIS (pour les étrangers)



La brochure très complète sur cette étonnante méthode sera envoyée gratuitement à tous ceux qui renverront le coupon ci-contre (joindre 12 francs pour frais d'envoi).

LINGUAPHONE

12, Rue Lincoln, PARIS (8^e)

Veillez m'adresser la brochure décrite ci-contre sans engagement de ma part.

Nom

Adresse

(Dépt. B. 60)

Chez vous
sans quitter vos occupations actuelles vous apprendrez

la RADIO

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

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

DOCUMENTATION GRATUITE

INSTITUT PROFESSIONNEL POLYTECHNIQUE
11, RUE CHALGRIN A PARIS (XVI^e)

ÉCOLE AGRÉÉE
PAR LE MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

Un Laboratoire sur Table

C'est ce que nous vous offrons avec un enseignement complet sur
**LA RADIO, LA TÉLÉVISION
LE CINÉMA, L'ÉLECTRICITÉ**

- Vous qui désirez vous faire une situation, confiez votre avenir à des ingénieurs spécialisés.

Certificat de fin d'études
Préparation aux carrières d'Etat.

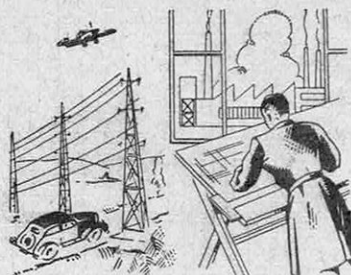
Vous n'oubliez jamais ce que vous aurez construit de vos mains. Tous les travaux pratiques de radio et d'électricité avec les 700 pièces de montage

Demandez aujourd'hui contre 10 Francs notre album **SV La Radio et ses Applications Métiers d'Avenir**

INSTITUT ELECTRO-RADIO
6, RUE DE TÉHÉRAN, PARIS, 8^E

Le Gérant: Lucien LESTANG.

Imp. CRÈTE, Corbeil (S.-et-O.) - 5976-11-47 - C.O.L. 31-1631. - Dépôt légal. 4^e trim. 1947.



Sans quitter votre emploi actuel et quelle que soit votre résidence

vous pouvez devenir :

CHEF-DESSINATEUR INDUSTRIEL
ou **SOUS-INGÉNIEUR**
en Constructions électriques, mécaniques
ou aéronautiques

Renseignements et documentation gratuits

**ÉCOLE PROFESSIONNELLE
SUPÉRIEURE**

9, avenue de Villars, PARIS (VII^e)

Devenez JOURNALISTE !

Voulez-vous être **REPORTER, RÉDACTEUR**
— ou **CORRESPONDANT DE PRESSE** —
sportif, théâtral, cinéma, criminel, voyages ?

Cette profession libérale vous sera accessible après avoir suivi les cours de

**L'ÉCOLE TECHNIQUE
DE REPORTAGE**

**8, boulevard Michelet
TOULOUSE**

Enseignement par correspondance sans quitter vos occupations habituelles.
Documentation envoyée contre 10 francs de timbres.



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



CENTRE D'ÉTUDES TECHNIQUES DE PARIS

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

— PUBLÉDITEC-DOMENACH —

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.

BATIMENT Cours de Commis, Métreur et Technicien.

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 Ecoles Nationales de la Marine marchande. Préparation au brevet d'officier mécanicien de deuxième classe.

MARINE MILITAIRE Préparation aux Ecoles de Maîtrance 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

Un **Edacoto**
dans chaque sabot...



Edacoto
"Le stylo de France"