

SCIENCE ET VIE

MAI 1947

N° 356

28 Fr. 50



René
Ravo



Partout...

les techniciens capables sont très recherchés.
Les grandes entreprises réclament des praticiens entraînés.

Jeunes gens, jeunes filles, notez que plus de 70% des candidats reçus aux examens officiels sont des élèves de l'E.C.T.S.F.

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



Demandez le Guide des Carrières gratuit

ÉCOLE CENTRALE DE TSF

12, RUE DE LA LUNE - PARIS
COURS DU JOUR, DU SOIR OU PAR CORRESPONDANCE

ÉCOLES ASSOCIÉES



J'aime le DESSIN!

Merci de m'avoir initié à cet art exaltant !...

Voilà ce qu'écrivit à Marc SAUREL, l'un des nombreux élèves qu'il a formés et dont il a fait des artistes. On sait que Marc SAUREL est le véritable père de l'enseignement du dessin par correspondance, qu'il a été le premier à lancer en France dès 1912 et qu'il pratique depuis trente-cinq ans exactement.

Sa nouvelle méthode « LE DESSIN FACILE », fruit d'une expérience unanimement reconnue, ne ressemble à aucune autre. Elle utilise d'une façon ingénieuse le document photographique; ses magnifiques planches modèles facilitent à l'extrême les débuts de l'élève. Elle développe chez lui la mémoire visuelle, par un entraînement méthodique et l'amène à dessiner sans modèle, c'est-à-dire à « créer ».

Croquis d'après nature par un de nos élèves.

VOUS QUI AIMEZ LE DESSIN, écrivez en toute confiance à Marc SAUREL, demandez-lui conseil: il vous orientera vers le genre de dessin ou de peinture qui convient à votre tempérament. L'un de ses cours est fait pour vous.

BON 8 V 99

Cette jolie brochure illustrée de 16 pages, véritable introduction à l'art passionnant du dessin, vous sera envoyée contre ce bon et 12 frs en timbres. Soulignez le genre qui vous intéresse.



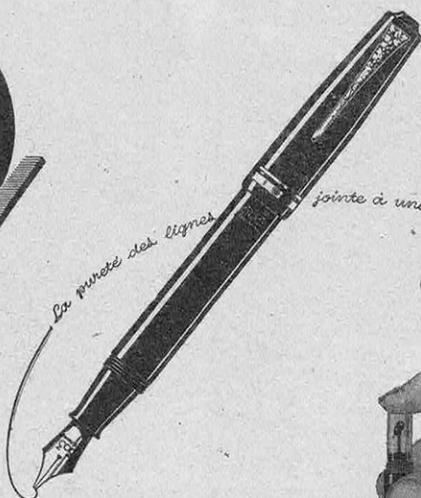
CROQUIS - PAYSAGE - PORTRAIT - PEINTURE - DESSIN DE MODE - ILLUSTRATION AFFICHE ET PUBLICITÉ - DESSIN ANIMÉ DE CINÉMA - DESSIN INDUSTRIEL - DESSIN DE LETTRES - COURS POUR ENFANTS DE 6 A 12 ANS.

"LE DESSIN FACILE"

11, RUE KEPPLER - PARIS (16^e)

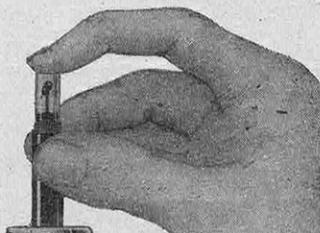
LE NOUVEAU STYLO
303
CONTIENT
4 FOIS PLUS D'ENCRE

LE REMPLISSAGE TOTAL EST DEVENU UN JEU, GRÂCE AUX BREVETS DES USINES FRANÇAISES **STYLOMINE** POMPAGE IDÉAL VISIBLE POUR REMPLIR TOTALEMENT 6 PRESSIONS SUFFISENT LE 303 EST LE STYLO DES CONNAISSEURS



La pureté des lignes

jointe à une technique parfaite



LA GRANDE MARQUE

STYLOMINE

HONORE L'INDUSTRIE FRANÇAISE

Vous ne trouverez pas le mot 'STYLOMINE' au dictionnaire, c'est une marque déposée en 1921 sous le N° 199.226

Une Situation d'avenir en étudiant chez soi

DESSIN INDUSTRIEL RADIO

Méthode d'enseignement **IMMÉDITE, EFFICACE et RAPIDE** sous la direction de professeurs de valeur.

Préparation aux diplômes de : **DESSINATEUR CALQUEUR** **DESSINATEUR DÉTAILLANT** **DESSINATEUR PROJETEUR** C. A. P. **BACCALURÉATS TECHNIQUES** ... des carrières séduisantes et bien rémunérées

Méthode d'enseignement technique et pratique comportant des travaux à domicile et à l'école.

Préparation aux diplômes de : **MONTEUR** **CHEF MONTEUR** **SOUS-INGÉNIEUR**, etc. **PRÉPARATION AUX EXAMENS OFFICIELS** ... un métier nouveau aux perspectives illimitées.

Nos services d'Orientation Professionnelle et de placement sont à la disposition de nos élèves.

DOCUMENTATION GRATUITE
SPÉCIFIER LA BRANCHE CHOISIE



PUBL. BONNANGE

INSTITUT PROFESSIONNEL POLYTECHNIQUE 11, RUE CHALGRIN - PARIS (16^e)

POUR LA BELGIQUE, s'adresser . P. P., 33, rue Vandermaelen, à BRUXELLES-MOLENBECK

Les cours par correspondance DE L'ÉCOLE UNIVERSELLE

la plus importante du monde

permettent à ses élèves d'effectuer le maximum de progrès dans le minimum de temps.

Vous pouvez faire CHEZ VOUS, A TOUT AGE, QUELLE QUE SOIT VOTRE RÉSIDENCE, sans déplacement, sans abandonner l'emploi qui vous fait vivre, en utilisant simplement vos heures de loisirs, avec le MINIMUM DE DÉPENSES, en toute discrétion si vous le désirez, toutes les études que vous jugerez utiles pour compléter votre culture, pour obtenir un diplôme universitaire, pour vous faire une situation dans un ordre quelconque d'activité, pour améliorer la situation que vous pouvez déjà occuper ou pour changer totalement d'orientation.

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

BROCHURE L. 21.220. — ENSEIGNEMENT PRIMAIRE : Classes complètes depuis le cours élémentaire jusqu'au Brevet supérieur, Bourses, Brevets, etc.

BROCHURE L. 21.221. — ENSEIGNEMENT SECONDAIRE : Classes complètes depuis la onzième jusqu'à la classe de Mathématiques spéciales incluse, Bourses, Examens de passage, Baccalauréats, etc.

BROCHURE L. 21.222. — ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR : Licences (Lettres, Sciences, Droit), Professorats.

BROCHURE L. 21.223. — GRANDES ÉCOLES SPÉCIALES.

BROCHURE L. 21.224. — POUR DEVENIR FONCTIONNAIRE : Administrations financières, P. T. T., Police, Ponts et Chaussées, Génie rural, etc...

BROCHURE L. 21.225. — CARRIÈRES DE L'INDUSTRIE, des MINES et des TRAVAUX PUBLICS, Certificats d'aptitude professionnelle et Brevets professionnels.

BROCHURE L. 21.226. — CARRIÈRES DE L'AGRICULTURE et du Génie rural.

BROCHURE L. 21.227. — COMMERCE, COMPTABILITÉ, INDUSTRIE HOTELIÈRE, ASSURANCES, BANQUE, BOURSE, etc... Certificats d'aptitude professionnelle et Brevets professionnels.

BROCHURE L. 21.228. — ORTHOGRAPHE, RÉDACTION, CALCUL, ÉCRITURE.

BROCHURE L. 21.229. — LANGUES VIVANTES, TOURISME, Interprète, etc...

BROCHURE L. 21.230. — CARRIÈRES DE L'AVIATION MILITAIRE et CIVILE.

BROCHURE L. 21.231. — CARRIÈRES de la MARINE de GUERRE.

BROCHURE L. 21.232. — CARRIÈRES de la MARINE MARCHANDE (Pont, Machines, Commissariat).

BROCHURE L. 21.233. — CARRIÈRES des LETTRES (Secrétariat, Bibliothèque, etc...).

BROCHURE L. 21.234. — ÉTUDES MUSICALES : Solfège, Harmonie, Composition, Piano, Violon, Chant, Professorats.

BROCHURE L. 21.235. — ARTS DU DES-SIN : Professorats, Métiers d'art, etc...

BROCHURE L. 21.236. — COUTURE, la COUPE, MODE, LINGERIE, etc...

BROCHURE L. 21.237. — ARTS DE LA COIFFURE ET DES SOINS DE BEAUTÉ.

BROCHURE L. 21.238. — CARRIÈRES DU CINÉMA.

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

ÉCOLE UNIVERSELLE
59, boulevard Exelmans, PARIS
ou : chemin de Fabron, NICE

SOCIÉTÉ D'HORLOGERIE DU DOUBS
106, Rue LAFAYETTE - PARIS. 10^e



PRESENTE

WATERPROOF
STAINLESS



CATALOGUE SUR DEMANDE

Le Cordon Élastique
de téléphone

ELASTOPHONE



BREVETÉ

300%
Extensible

est tellement pratique!

un câble
et
c'est tout

Tous
correspondance
ELASTOPHONE
12 rue Y. Simon
SAINT-ETIENNE

TÉL. 39-48
Tous renseignements
sur demande

Cables pour tous appareils



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

COLAS-PUBLI

**SPECIAL
CAMPING**

16. B^d VOLTAIRE PARIS
MARSEILLE
11. COURS LIEUTAUD
RENNES
17. B^d MAREC JOFFRE

TARIF "S" VÊTEMENTS ou CAMPING 5F

LYNX

Le Succès
est certain, grâce au Lynx,
le plus simple, le plus pré-
cis des appareils 3x4 :

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

Pour tous les amateurs
L'APPAREIL IDEAL

PHOTO-RAYLU
8, Avenue de la G^e-Armée, PARIS

5 GAMMES

RADIO-STAR

L'AMÉRIQUE

LE POSTE QUI A ÉTONNÉ

3 BANDES O. C. ÉTALÉES
ÉMETTEURS AMÉRICAINS
Plus de 200 stations reçues
PRÉSENTATION INÉDITE
TECHNIQUE NOUVELLE
GARANTIE TOTALE

3 MODELES 5 lampes portatif
5 GAMMES 6 lampes multiples
altern. et tous courants

Demandez documentation illustrée - Joindre timbre

RADIO-SEBASTOPOL
100 B^d SEBASTOPOL PARIS

FOURNISSEUR OFFICIEL
DES PTT. PREFECTURE. JNCF. G^{de} ADMINISTRATION

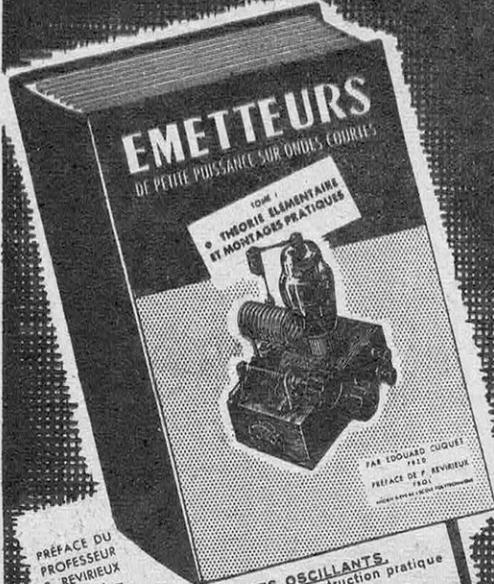
pour vos besoins en...

PNEUS BOTTES COURROIES TUYAUX

Caoutchouc Auto-Pneus
S.A.R.L. Capital de 1.500.000 fr.

126, Rue d'Aguesseau
BOULOGNE - BILLANCOURT

Enfin! L'ouvrage d'Ed. Cluquet
(F.U.Z.D.)
sur l'**ÉMISSION
d'AMATEUR**



PRÉFACE DU
PROFESSEUR
P. REVIREUX
(F. B. O. L.) -

CHAPITRE I. - LES CIRCUITS OSCILLANTS. Éléments. Notions élémentaires. Construction pratique de circuits oscillants.
CHAPITRE II. - LES LAMPES. Propriétés fondamentales des lampes. Différents modes de fonctionnement. Choix d'une lampe d'émission.
CHAPITRE III. - LES MONTAGES AUTO-OSCILLATEURS. Principe. Dispositifs de couplage et d'alimentation. Différents types. Réalisation d'un auto-oscillateur pilote E.C.C.O.
CHAPITRE IV. - LES MONTAGES OSCILLATEURS À QUARTZ. Le cristal de quartz. Les oscillateurs à quartz. Différents montages.
CHAPITRE V. - LES ÉTAGES DOUBLEURS DE FRÉQUENCE ET LES ÉTAGES INTERMÉDIAIRES. Les excitateurs.
CHAPITRE VI. - LES ÉTAGES AMPLIFICATEURS HAUTE FRÉQUENCE DE PUISSANCE. Différents montages. Le neutrodynage. Les adaptateurs d'antenne. Détails des amplis H. F.

300 Pages
225 Schémas

Si de nombreux ouvrages sont consacrés à la réception radio-électrique, il n'en existait pas encore en France qui traite spécialement de l'émission sur Ondes Courtes.
Et cependant le sujet méritait qu'on s'y arrête. Il est même tellement vaste qu'il faut féliciter Ed. Cluquet d'avoir su se limiter, dans ce livre, aux **ÉMETTEURS DE PETITE PUISSANCE SUR ONDES COURTES**. Il examine la théorie élémentaire des émetteurs de petite puissance sur ondes décimétriques et illustre celle-ci de nombreux exemples de montages décrits jusque dans les moindres détails. C'est dire que le lecteur trouvera dans ce livre, rédigé par un amateur qui, avant guerre, était rédacteur en chef du "JOURNAL DES 8", tous les renseignements qu'il peut désirer sur la question.

PRIX (format 135 x 210) : 297
baisse officielle de 10% soit net frs. : 267
Expédition immédiate en colis recommandé contre mandat de frs. : 320

330^f

LIBRAIRIE SCIENCES-LOISIRS TECHNIQUE
17, AV. DE LA REPUBLIQUE, PARIS XI - Métro République
Tél. OBERkampf 07-41 - C. C. PARIS 3793.13

DESSINER

c'est amusant

et ça rapporte

Le dessin n'offre pas seulement des joies personnelles : les bons dessins sont rares, recherchés et bien payés.

Quelle que soit votre occupation actuelle, le dessin peut vous rapporter des gains supplémentaires. Il peut même être pour vous le début d'une nouvelle carrière dans l'illustration, la publicité, la mode, le dessin humoristique, la décoration, le portrait, etc...

L'École A.B.C. vous enseignera le dessin par correspondance d'une manière à la fois amusante et pratique, que vous habitiez une grande ville ou le plus petit des hameaux.

La caractéristique de la méthode est de faire travailler tout de suite d'après nature. Quelle joie pour vous de réussir des croquis sur le vif : objets, animaux, personnages, paysages !

DEMANDEZ LA NOUVELLE BROCHURE

Un luxueux album est offert gratuitement pour vous renseigner sur la méthode et le programme de l'École A. B. C. Demandez-le sans tarder. En écrivant, donnez-nous des détails : avez-vous déjà dessiné ? Quel but voulez-vous atteindre ? (Joindre 9 fr. pour frais).

Il existe aussi un cours par correspondance spéciale pour enfants de 8 à 13 ans. Demandez l'album Enfants.

ÉCOLE A. B. C. DE DESSIN

(Studio B. 41)
12, R. Lincoln, PARIS-8^e



Ce croquis d'ensemble réussi par un de nos élèves à sa huitième leçon est d'une observation très juste et d'une exécution excellente. Voyez quelle précision dans les gestes et l'attitude de chaque personnage.

ÉCOLE A. B. C. DE DESSIN

(Studio B. 41) - 12, rue Lincoln, PARIS (VIII^e)

Veillez m'envoyer, sans engagement de ma part, votre album illustré donnant tous renseignements sur la Méthode A.B.C. (Joindre 9 francs pour frais.)

NOM
ADRESSE

Et surtout écrivez-nous avec détails ; nous répondrons à vos questions.

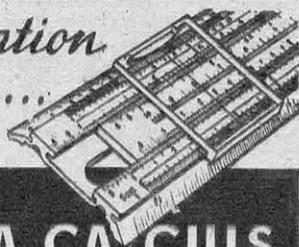
PUB



*Voir plus loin...
Voir plus net...
Jumelles HUET!*

SOCIÉTÉ GÉNÉRALE D'OPTIQUE
76, BOULEVARD DE LA VILLETTE, PARIS

*une innovation
technique...*



RÈGLE A CALCULS
métallique
MAURICE DAMIEN

Réalisation de haute précision au moyen de profilés en aluminium traité par les procédés **Alumilite** et d'une graduation directe dans le métal par le procédé **Séofoto**

LÉGÈRE ET JUSTE

CHEZ VOTRE LIBRAIRE ET OPTICIEN
OU SOCIÉTÉ PHOTAL
39, Rue des Mathurins - PARIS (8^e)
Téléph. Anjou 87-22

*Aux U.S.A.
plus de Culture
sans*
HORMONES VÉGÉTALES
synthétiques

TRANSPLANTONE

facilite la reprise des plantes repiquées ou transplantées.

ROOTONE

active la croissance des racines sur les plantes et semences.

FRUITONE

bonifie les récoltes en évitant la chute prématurée des fruits.

WEEDONE

puissant dés herbant sans action sur les céréales et les graminées.

Produits de l'
AMERICAN CHEMICAL PAINT C^o
fabriqués par la

Cie Fse de PRODUITS INDUSTRIELS

Siège Social et Usine:

85, rue Raymond-Teissère, Marseille - D. 94-28

Envoi de notices sur demande

**Le 1^{er} Stylo Français
à plume capotée
assure :**

- 1** PROTECTION CONTRE TOUT ENCRASSEMENT
- 2** ARRIVÉE D'ENCRE INSTANTANÉE
- 3** DES MILLIERS DE KMS D'ÉCRITURE AVEC SA PLUME À POINTE INUSABLE EN MÉTAL PRÉCIEUX
- 4** UN SERVICE D'ENTRETIEN PERMANENT ET GRATUIT



AIRMAIL
FAP

33, RUE CAMBON - OPÉ 72-89 - PARIS
En vente dans toutes les bonnes maisons

CRAYONS METALLIQUES

1^{ère} Marque

BOUTON POUSSOIR



- MODÈLE POUR MINES D'ESSAI 2 mm.
- MODÈLE POUR MINES STANDARD 1 mm. 18

*Pour le bureau,
le dessin,
l'atelier*

**BAIGNOL
& FARJON**

MANUFACTURE NATIONALE
DE BOULOGNE S/MER

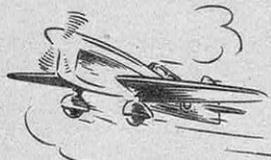
JEUNES GENS !

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



DESSIN INDUSTRIEL

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



AVIATION

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



RADIOÉLECTRICITÉ

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

TRAVAUX PRATIQUES

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

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

ÉCOLE PROFESSIONNELLE SUPÉRIEURE

9, avenue de Villars, PARIS (VII^e)

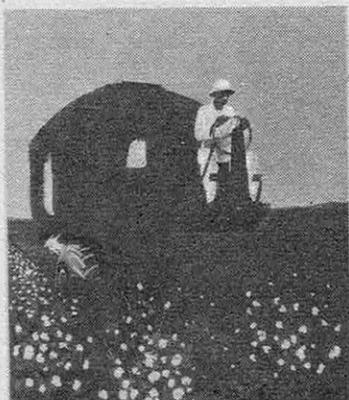
SCIENCE ET VIE

Tome LXXI - N° 356

Mai 1947

SOMMAIRE

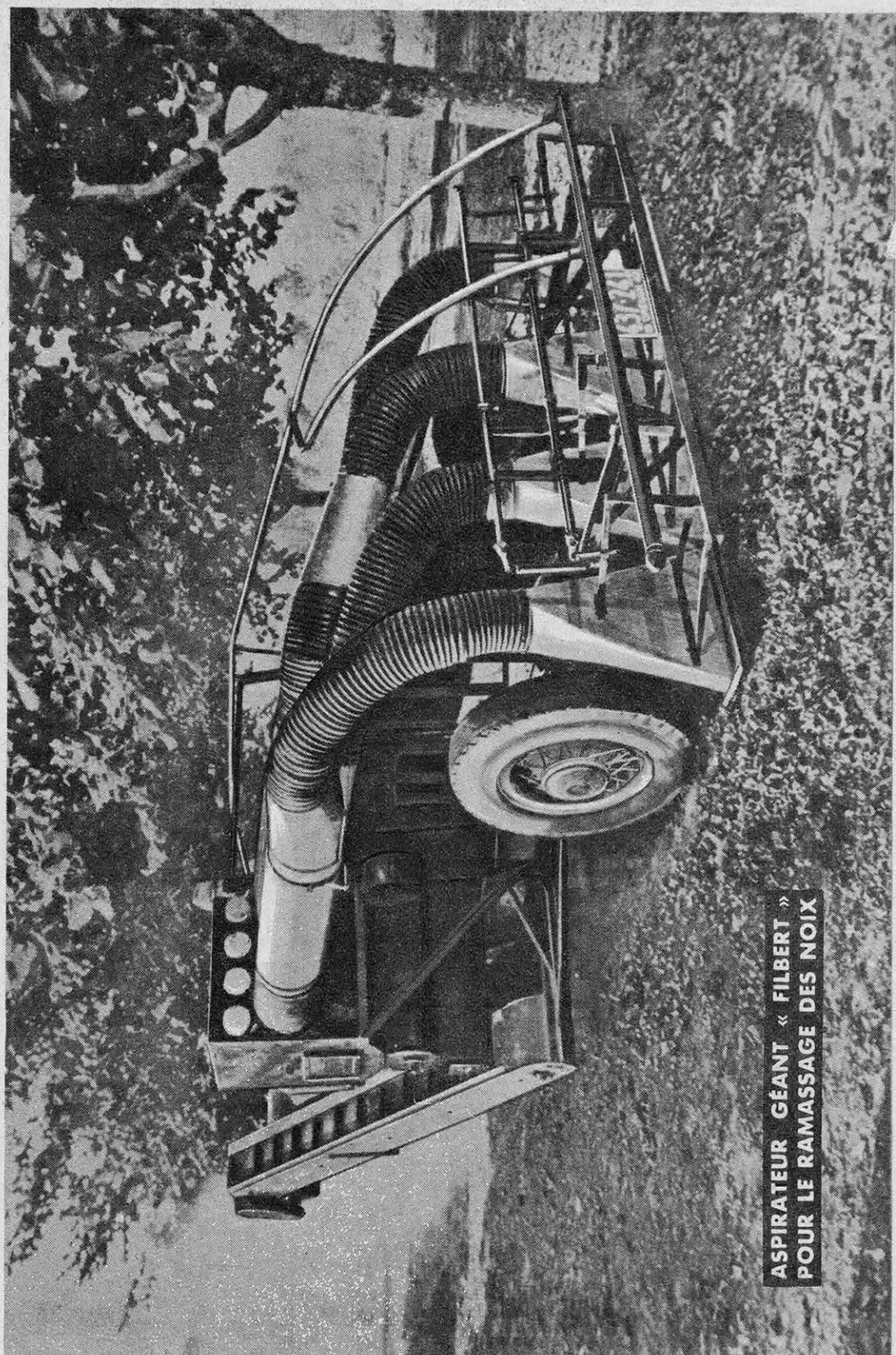
- ★ Peut-on mécaniser l'agriculture, par J. Engelhard..... 211
- ★ L'atterrissage dans la brume, par Henry Porra 223
- ★ Stylos à bille, par Jean Arnaud 234
- ★ La destruction des bombes non éclatées, par C. Rousseaux. 236
- ★ Ancêtres réels, ancêtres fictifs, par Robert Weill..... 245
- ★ Les étoiles, émetteurs hertziens, par J. Gauzit..... 253
- ★ A côté de la science, par V. Rubor 255



Dans tous les pays du monde, suivant l'exemple de l'Amérique, l'agriculture tend vers une mécanisation de plus en plus poussée. Non seulement le travail général des terres (ameublissement, retournement, engraissement, drainage), les semailles, la lutte contre les parasites peuvent être confiés à de puissantes machines conduites par un personnel réduit, mais même les opérations culturales les plus délicates que comportent certaines cultures particulières sont maintenant du domaine de la machine, ce qui permet de réaliser, avec des engins spécialisés, des économies considérables de main-d'œuvre. La couverture de ce numéro représente la « cueillette » du coton au moyen de machines comportant, sous le siège du conducteur, des tambours tournants à fuseaux barbelés, qui saisissent les touffes de coton mûr et les arrachent, tandis que les capsules encore fermées sont laissées intactes pour être cueillies, lorsqu'elles seront venues à maturité, par un nouveau passage de la machine. (Voir l'article page 211 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.
Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays.
Copyright by « Science et Vie », mai mil neuf cent quarante-sept.

ABONNEMENTS. — Affranchissement simple : France et Colonies, 300 francs — 5 % = 285 francs.
Recommandé : supplément, 100 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 6 francs en timbres et de la dernière bande d'envoi.



**ASPIRATEUR GÉANT « FILBERT »
POUR LE RAMASSAGE DES NOIX**

PEUT-ON MÉCANISER L'AGRICULTURE ?

par J. ENGELHARD

L'agriculture, suivant, parfois d'un peu loin, les progrès des arts mécaniques, s'est profondément transformée depuis le XVIII^e siècle, et les avantages de la mécanisation du travail agricole ne sont plus discutables aujourd'hui. Il ne faudrait cependant pas croire que cette mécanisation puisse être, dans l'état actuel de nos connaissances, étendue à tous les travaux agricoles et à toutes les sortes de cultures et que l'on puisse tenter de transformer la terre en une usine à livrer le blé, la betterave et le coton, comme les minoteries, raffineries ou filatures livrent la farine, le sucre ou le fil. La mécanisation agricole exige beaucoup de discernement sous peine de provoquer des désastres non seulement économiques, mais biologiques, car l'agriculture est avant tout un métier d'homme aux prises avec la matière vivante sous toutes ses formes : végétale, animale, et surtout microbienne. L'appareillage mécanique doit se mettre au service de la vie. Son développement, qui est aujourd'hui une question d'importance économique capitale, offre encore, dans les limites qu'impose la nature, un large champ d'action à l'art de l'ingénieur. Nombreuses sont les tâches pénibles encore accomplies à la main ou à l'aide d'instruments rudimentaires et mal adaptés, qui absorbent un temps d'autant plus précieux que la main-d'œuvre agricole ne cesse de se raréfier.

AL'ORIGINE, quand le chasseur, ou le pâtre, entreprend de défricher, il obtient de bonnes récoltes. Puis, en quelques saisons, les rendements déclinent. Le réflexe est d'aller plus loin « faire de la terre ». Ainsi, de proche en proche, on arrive aux confins d'une nation et d'un continent. Seules de rares contrées favorisées échappent à cette dévastation : l'Égypte en particulier, grâce aux crues saisonnières du Nil qui reconstituent la couche arable par le dépôt de limons prélevés en d'autres lieux.

Mais, pour avoir privé la terre de sa chevelure d'arbres et d'herbes, pour avoir ignoré ou transgressé la loi de restitution, que de désastres ! Babylone, aux jardins suspendus, est une cité morte au milieu d'un désert. Rome a jeté dans son égout la richesse des campagnes italiennes, sardes, siciliennes, ruinées depuis quinze siècles. Les Carthaginois, les Arabes, les Espagnols, ravageant les forêts numides et ibériques pour lancer galères et galions, ont accumulé sierras et dunes. Nos Méridionaux, incendiant les boisements pour faire pâturer les moutons, ont fabriqué les causses. Et l'expérience américaine, qui s'est déroulée sous nos yeux, illustre puissamment cette thèse.

La conception primitive de la mécanisation agricole en Amérique

Cette expérience américaine est liée directement à la mécanisation. Comme en toute colonie, elle débute en l'absence de méthodes ; les immigrants travaillent selon les procédés éprouvés de leurs vieux pays. Mais pourquoi se donner tant de peine quand abondent les terres neuves ? Avec la course aux *settlements* apparaît le nomadisme. On exploite le sol comme une mine ;

quand, vidé, il se refuse à produire, on défriche plus loin. La population croissant, après les régions humides on aborde celles sous climat semi-aride, que permet de mettre en valeur le *dry-farming*, dès 1860. Vers 1895 se placent les grands défrichements de l'Ouest, caractérisés par la monoculture des céréales. Si les rendements moyens ne dépassent guère 8 qx de blé à l'hectare, ils sont obtenus chaque année sur la moitié de l'exploitation, l'autre étant en jachère, avec le seul bétail de trait, qui va disparaître, et une main-d'œuvre progressivement compensée par l'incomparable développement des outillages. Pas de bêtes à soigner et nourrir : ni fumier, ni engrais. Pour environ 50 ha, un homme, un tracteur, quelques instruments aratoires, un semoir, une « combine » et une remorque pour porter les grains au silo. C'est la mécanisation totale. Le temps passé pour cultiver un hectare de céréales, de soixante-deux

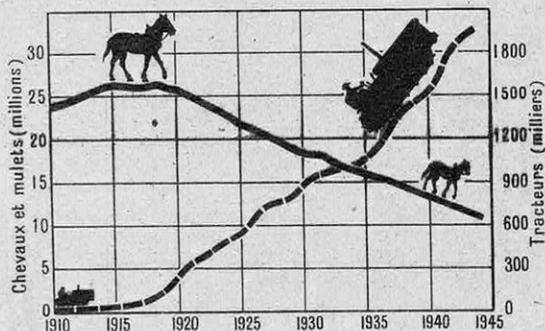


FIG. 1. — LA MOTORISATION DE L'AGRICULTURE AUX ÉTATS-UNIS DE 1910 A 1942

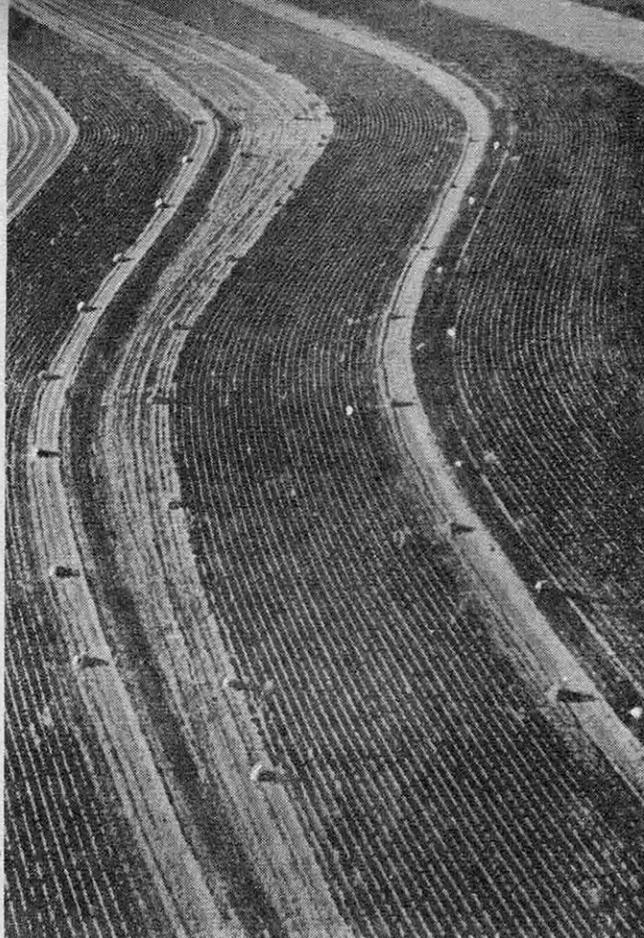


FIG. 2 ET 3. — LA DESTRUCTION DE LA TERRE ARABLE ET SON REMÈDE : LA CULTURE EN TERRASSES

A gauche, le sol, raviné par l'érosion, montre le tragique résultat d'une exploitation menée sans souci des besoins de la terre. A droite, les larges bandes noires et blanches correspondent à l'alternance des cultures de céréales et de coton, développées en terrasses suivant les courbes de niveau dans une exploitation du Sud-Est des États-Unis.

heures en 1850, s'abaisse de nos jours à une heure trente (1). Les prix de revient battent de loin ceux de la vieille Europe. Progrès extraordinaires qui porteront leurs fruits : mais cela n'est pas de l'agriculture.

La revanche de la nature

En un demi-siècle au plus, la terre violentée se venge ; dès 1907, maints défrichements donnent des signes d'épuisement. En 1912, la firme John Deere, détentrice des brevets anciens du *pioneer* Joseph Kemp, propose aux fermiers soucieux de « reconstruire la fertilité du soi national », le *manure spreader* ou épandeur mécanique de fumier. Mais qui dit fumier dit bétail, et association d'élevages aux cultures. On y vient, mais pas assez vite. Vers 1920 apparaît le phénomène terrifiant dit *dust storm*, tempête de poussière : sur des milliers de milles carrés, le vent dépouille le sous-sol de son manteau de terre arable ; le ciel en est obscurci. Que s'est-il passé ?

La trituration intense du sol a brûlé l'humus, matière noire, spongieuse, colloïdale, d'origine organique ; faute de restitution, il ne s'est pas renouvelé. Désagglutinées, les particules minérales, comme un sable fluide, sont exposées aux météores violents. Rien ne freine plus les vents sur ces étendues déboisées, et, les condensations

n'étant plus régularisées, les orages prennent la forme diluvienne particulière aux régions sub-désertiques. L'érosion éolienne et hydraulique multiplie ses ravages, dénudant la roche, ensablant les cours d'eau dont rétrogradent les sources (fig. 2). Au moment où F. D. Roosevelt accède à la présidence, on estime que la fertilité du tiers des superficies cultivables est irrémédiablement détruite.

Aussi, en 1937, est institué le *Soil Conservation Service*. Son rôle est d'inciter localement les intéressés à constituer des coopératives spécialisées et de leur apporter une aide technique. Il y a aujourd'hui dans 1 600 districts autant de coopératives, groupant 3 250 000 *farmers* et *ranchers* sur un total de six millions ; la superficie intéressée couvre 800 millions d'acres (1). Ces chiffres donnent la mesure du désastre provoqué par des techniques culturales pliées aux exigences de la mécanisation.

Les méthodes préconisées par le *Soil Conservation Service* sont le boisement par essences forestières ou fruitières, et broussailles là où rien d'autre ne pousse ; l'engazonnement des berges des cours d'eau et la construction de barages régulateurs et irrigants ; la création et le clôturage des pâtures ; le travail du sol en terrasses, selon les courbes de niveau (fig. 3) ; le *stubble mulch farming*, ou culture sous écran de chaume ; l'assolement des exploitations et

(1) Voir « La culture motorisée en France » (*Science et Vie*, n° 347, août 1946).

(1) 1 acre = 0,4 ha.

la rotation des cultures ; l'élevage et la restitution des fumures organiques. Il s'avère qu'au cours de la décennie passée, ces méthodes n'ont pas seulement enravé l'érosion : la fertilité s'est trouvée régénérée, et il en est résulté un sérieux accroissement des productions d'aliments et de fibres.

Mais, au milieu d'un boisement aménagé pour ne pas être gênant, ce mélange de prairies et de labours, cette alliance de l'élevage et des travaux champêtres, cet assolement présidant à la rotation des cultures, nous les connaissons bien. Si l'Europe a découvert l'Amérique, celle-ci enfin découvre l'agriculture jadis reniée, qui impose ses lois, auxquelles la mécanisation ne saurait rien changer.

L'exploitation agricole rationnelle

Il n'est pas aisé de donner une définition claire et générale de l'exploitation agricole. Géante ou minuscule, la ferme est un ensemble vivant ; comme telle, elle doit être maintenue en état d'équilibre fonctionnel permanent, entretenu par des phénomènes vitaux d'allure cyclique se traduisant de façon comptable par les bilans : « recettes-dépenses », « entrées-sorties », « alimentation-consommation », « naissances-décès ».

Tout partant de la terre, tout devrait retourner à la terre. Il ne peut en être ainsi, puisqu'il y a des exportations et des pertes. L'art de l'agriculteur, qui tend à devenir science, est de réduire au minimum déperditions et exportations, et

de compenser par des importations celles qu'il ne peut éviter.

Réduire l'exportation sans compromettre l'équilibre financier est un autre aspect de la question : le mécanisme fondamental est la transformation sur place des produits grossiers et de faible valeur en produits fins de valeur élevée, avec récupération et réincorporation au sol des déchets. Mieux vaut vendre viande, lait, laine, œufs, que grains, fourrages, pailles. Le cycle naturel de la fertilité, c'est tirer du sol les végétaux consommés par les animaux herbivores dont les produits sont vendus, récupérer leurs déjections dans la paille des litières, restituer ce fumier au sol où se ferme le cycle par le travail microbien. Alors, la terre régénérée porte de nouvelles nourritures.

S'il y a déficit, la compensation se fera soit par les tourteaux et autres aliments concentrés incorporés aux rations alimentaires, soit par les engrais commerciaux complémentaires du fumier. Dans le même but, on pratiquera des cultures reposantes, notamment de légumineuses, qui introduisent dans le cycle des éléments neufs mobilisés dans le sous-sol par leurs puissantes racines, et dans l'air par le travail bactérien fixateur d'azote accompli dans leurs nodosités. Ces mêmes cultures, transformant en matière organique les sels nutritifs solubles du sol, éviteront toute perte par infiltration, fréquente en sols nus. Enfin, à condition de restituer pulpes et déchets, la betterave sucrière, quoique exi-

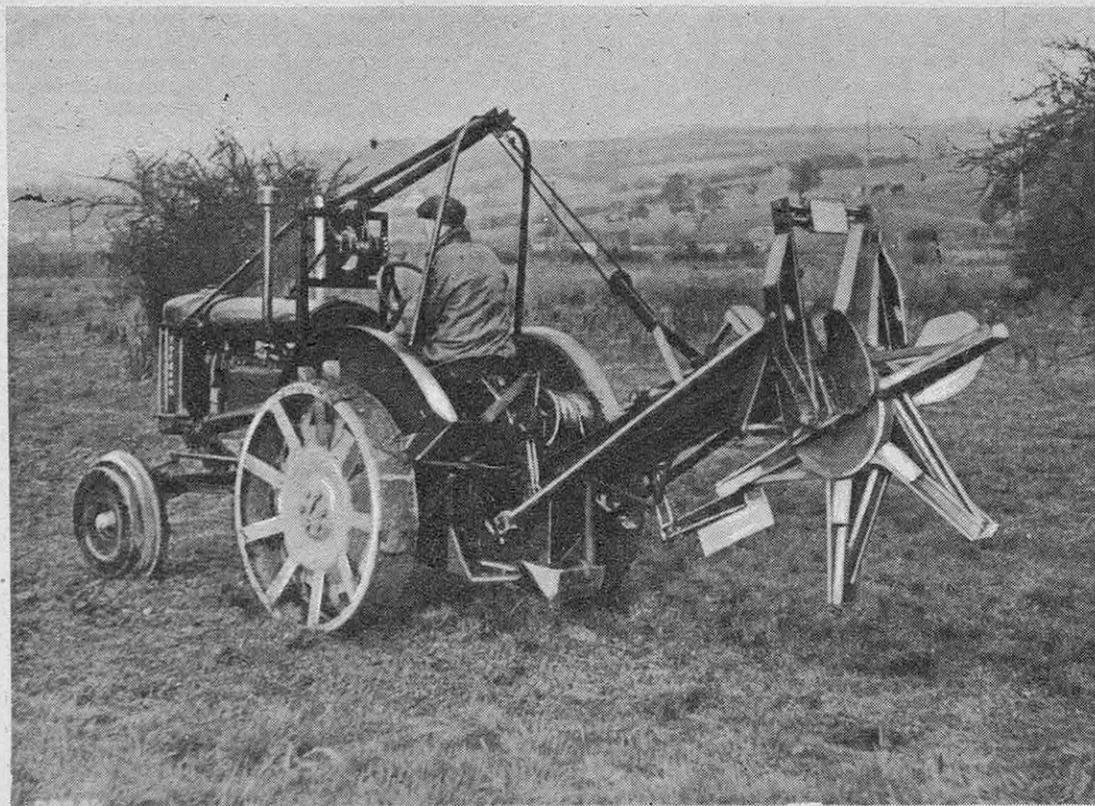


FIG. 4. — DRAINEUSE POUR L'AGRICULTURE

Cette machine permet de creuser une tranchée de 60 cm de profondeur, 27 cm de large au niveau du sol et 15 cm au fond, à la vitesse maximum de 2 m par minute (Aveling-Barford).



FIG. 5. — PRÉPARATION DU SOL EN UN SEUL PASSAGE

Cette charrue comporte un dispositif à vis sans fin qui pulvérise la raie retombant du versoir (Rotschild-Hanomag).

geante, fournit un produit exportable, sans rien prendre à la terre qu'elle laisse améliorée. Car le sucre est un produit composé uniquement de carbone, tiré de l'air, et d'oxygène et d'hydrogène, tirés de l'eau.

Mais ces cultures, pas plus que d'autres, ne se peuvent répéter indéfiniment sans déterminer une fatigue due aux toxines secrétées par leurs racines, et qui fait que la terre, à la longue, se refuse à les porter. Ainsi, l'agriculteur est contraint d'organiser par l'assolement une rotation de plantes, alternant les racines avec les tiges, les cultures épuisantes et reposantes, nettoyantes et salissantes. De tout ceci, il résulte un ensemble de servitudes, qui font que la monoculture, si conforme aux données industrielles de spécialisation — « ne faire qu'une chose pour la faire bien et économiquement » — n'est qu'un procédé primaire et barbare. La forêt même connaît les lois de protection du sol, de restitution et d'alternance des espèces. Le vignoble et le verger, formes obligées de monocultures, aboutissent au « refus de la terre » malgré l'importation de fumiers et d'engrais, par saturation de toxines plus que par épuisement. Le déclin de la prune d'Agen n'aurait pas d'autre cause.

Ainsi, la véritable exploitation agricole est un ensemble complexe, indissociable, dans lequel se marient polyculture et élevage. Sous la forme schématique la plus simple, elle comporte cinq parties :

- travail général des terres, jusqu'aux semences incluses ;
- polyculture des végétaux assolés, partie alimentant le bétail et partie pour la vente, travaux de récolte et de conditionnement compris ;
- protection des végétaux contre les parasites ;
- élevage de bétail donnant des produits exportables ;
- traitement des fumiers et fertilisation des terres.

La productivité de l'exploitation est alors portée au maximum, et elle paraît persister indéfiniment. Celle des terres européennes, bien chargées de bétail, exploitées depuis plus d'un

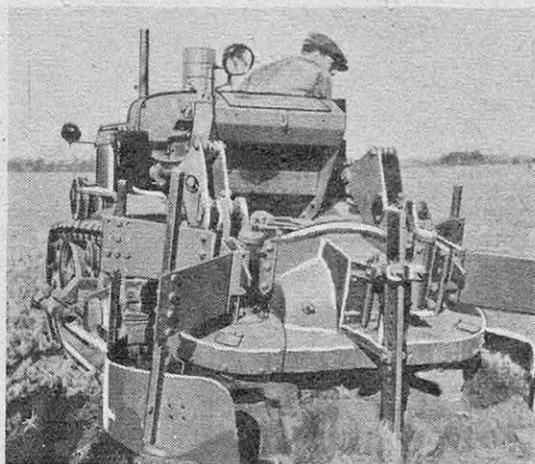


FIG. 6. — LE « GYROTILLAGE » DU SOL

Le gyrotiller est un tracteur à chenilles muni à l'arrière de disques horizontaux armés de pioches, qui triturent le sol jusqu'à une profondeur de 1 m (Fowler).

millénaire, s'est généralement accrue jusqu'à la découverte des engrais minéraux. Depuis, partout où ils sont rationnellement utilisés, on enregistre une progression sans défaillances.

Mais ces servitudes compliquent le problème de la mécanisation. Car, pour une exploitation de superficie déterminée, la nécessité de l'élevage restreint l'espace propice aux évolutions, tandis que celle d'assoler le fragment en diversifiant considérablement les travaux.

Le dynamisme américain

Du succès mécanique remporté dans la monoculture des céréales, quelque chose est resté. Les Américains ont pris conscience des possibilités de la machine et de ses avantages techniques, économiques et sociaux. Décidés « à ne jamais faire à la main ce qui peut l'être aussi bien, plus vite et à moindres frais, par une mécanique », ils ont pris désormais la bonne voie. Elle consiste non plus à plier l'agriculture aux possibilités mécaniques, mais à adapter les machines aux lois de l'agriculture, et cela, sans bouleverser la structure de la propriété, qui n'est pas si étendue qu'on imagine généralement : pour soixante mille grandes exploitations industrielles, il y a trois millions de fermes familiales et 3,5 millions de petites fermes non commerciales, la superficie moyenne étant de 70 ha, dont 32 % en cultures.

La question qui se pose en Amérique, quand s'impose une culture ou un élevage, est : « Est-ce mécanisable ou non, et dans quelle mesure en l'état actuel de l'espèce ? » En cas de réponse négative : « Ne peut-on, par un procédé quelconque, modifier l'espèce pour permettre la mécanisation ? » Pour la betterave industrielle, dont le retard était caractérisé, le slogan est « La betterave sera mécanisée, ou elle disparaîtra » ; la mécanisation de la betterave, sans avoir totalement réussi, est déjà très avancée.

Au reste, si les agriculteurs européens, mieux pourvus de main-d'œuvre et épris de beau travail, sont demeurés longtemps sans partager cette foi, ils y viennent par nécessité. Et les inventeurs du vieux continent ont mis au point

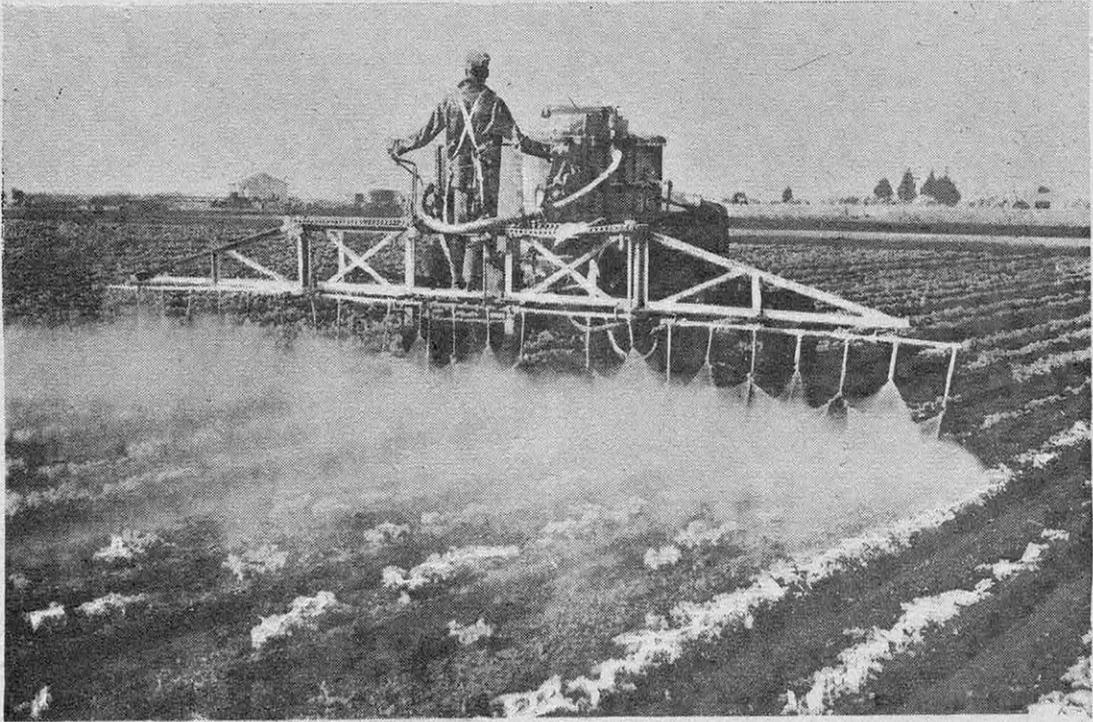


FIG. 7. — PULVÉRISATION SIMULTANÉE D'ENGRAIS ET D'INSECTICIDE SUR UN CHAMP DE CÉLERIS EN FLORIDE
(U. S. INF. S.)

Ce pulvérisateur utilisé dans les champs de culture de la Floride arrose les plants d'une solution qui est à la fois nutritive et insecticide (U. S. Inf. S.).

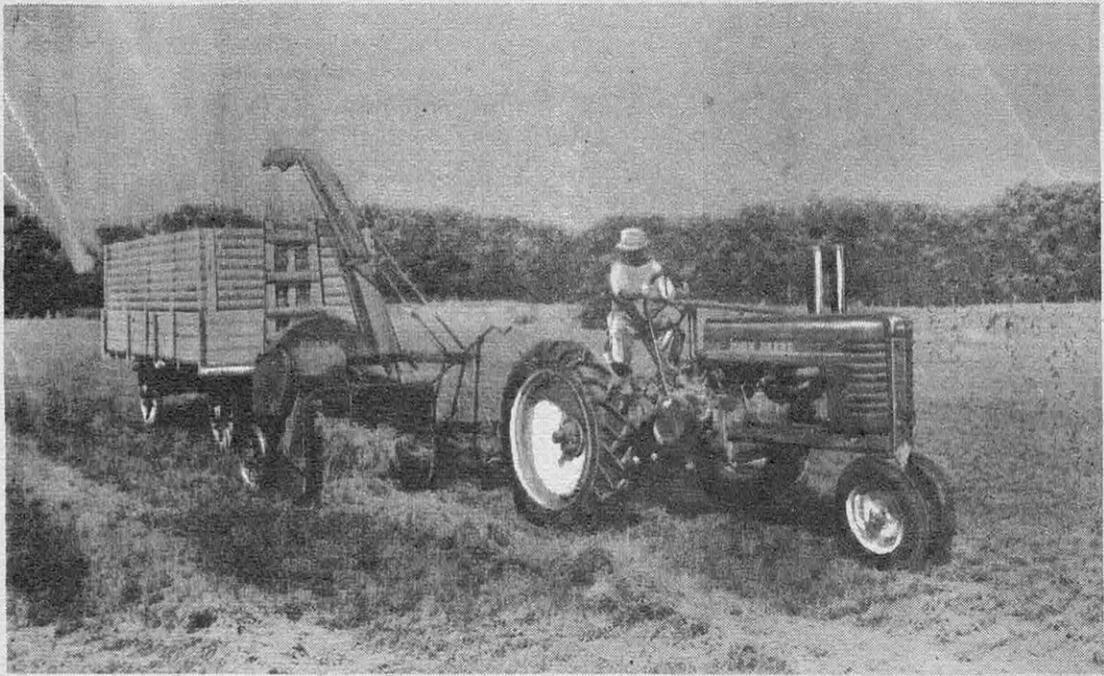


FIG. 8. — UNE MACHINE A FANER PERFECTIONNÉE QUI RAMASSE LE FOIN, LE HACHE, LE SÈCHE ET LE DÉVERSE DANS UN WAGON REMORQUÉ PAR LE TRACTEUR (U. S. INF. S.)



FIG. 9. — LE RAMASSAGE DES FOURRAGES PAR LE
« PICK UP BALING »

Cette machine, conduite par un seul homme, ramasse le fourrage préalablement coupé et rassemblé en andains, et le lie en grosses balles faciles à emmagasiner.

maintes solutions mécaniques souvent ingénieuses, parfois largement adoptées, reprises aux U. S. A., d'où elles reviennent avec un éclat nouveau. Cependant, si l'agriculture américaine est la dernière en date, c'est elle qui, par son tour d'esprit dû à la monoculture, sa puissance industrielle et son dynamisme, a poussé le plus loin la mécanisation dans tous les secteurs. Nous examinerons successivement les solutions générales appliquées à des ensembles de travaux, puis les solutions particulières aux principales cultures et élevages.

Le travail général des terres

La préparation, indispensable à toute culture, a pour but, en ameublissant et émiettant la terre, de l'aérer pour activer la vie bactérienne génératrice de nitrification; l'ouvrir à l'eau et l'emmagasiner par une structure spongieuse; incorporer fumiers et engrais; détruire les plantes adventices; préparer l'habitat convenant aux graines et faciliter leur enracinement en profondeur. Pour y parvenir, on travaille toute la masse d'une couche superficielle plus ou moins profonde par passages successifs d'instruments divers. La méthode étant au point de longue date, il a suffi de passer à la motorisation, avec les possibilités que confère sa puissance. Sans modifier leurs principes, on a construit pour le tracteur charrues à socs, cultivateurs, herses, rouleaux, croskills, auxquels se sont ajoutés sous-soleuses, draineuses en galeries (fig. 4), charrues et pulvérisateurs à disques, cultipackers. La tendance est au matériel porté, solidaire du châssis, qui fait du tracteur *all purpose* une automotrice précise à usages multiples.

Mais, dans le système classique, par passages échelonnés, les intempéries, gel et calcination

solaire jouaient un rôle important en fournissant un travail d'une perfection inégalable, gratuit, mais aléatoire. La puissance du tracteur poussant à grouper partie ou totalité des opérations en un seul passage, on perd ce bénéfice et les résultats sont moins parfaits. Aussi cherche-t-on la préparation mécanique instantanée. Elle est obtenue par le *rototiller*, transposition américaine de la « fraise rotative » inventée par M. de Meyenbourg et bien connue en Europe, et par divers dispositifs américains caractérisés par une vis sans fin tournant à grande vitesse, placée sur une charrue de façon à attaquer la raie retombant du versoir (fig. 5), les terres ainsi traitées à force sont plus « battantes » que celles émietées par les procédés naturels; elles prennent en croûte. Une autre conception anglaise est le *gyrotiller*, chenille munie à l'arrière de disques horizontaux rotatifs armés de pioches, triturant le sol jusqu'à la profondeur de 1 mètre (fig. 6).

Aux États-Unis, la réaction contre le labour est nette. La lutte contre l'érosion en est cause. On pratique le *stubble mulch farming* ou *sub-surface farming*, c'est-à-dire l'ameublissement interne, sans retournement, sous écran de chaume au moyen de cultivateurs portés. Cette méthode rappelle celle de Jean de Brû, employée en France sous climat sub-méditerranéen, dans des conditions identiques. Quels que soient le procédé et les instruments, un homme seul, conduisant un tracteur, peut effectuer tous les travaux aratoires.

Il peut aussi, le tracteur étant équipé d'un *digger*, forer des trous, ce qui correspond à la préparation du sol en vue de plantations d'arbres. Le même résultat est obtenu, non plus mécaniquement, par l'explosif agricole, vulgarisé en France par le colonel Piédallu. Ses avantages sont certains, car il fissure le terrain autour du trou, facilitant l'enracinement. L'explosif paraît même capable de préparer la reconstitution des sols usés par l'érosion, ainsi qu'il a été démontré aux environs d'Alger.

Les semailles

Les semailles s'effectuent à la volée ou en lignes parallèles plus ou moins écartées, à l'aide de semoirs mécaniques à distribution réglable et constante. Le procédé en lignes est plus précis, les graines étant déposées dans des sillons creusés à la profondeur voulue et recouvertes de terre, le travail s'effectuant en une seule opération; la levée plus régulière permet une économie de semence; les binages ultérieurs sont aisés à partir d'un écartement de 30 cm entre les lignes. Le procédé serait parfait si le semis en monograines équidistants sur la ligne pouvait être obtenu. Un semoir construit en U. R. S. S. y parviendrait par un moyen curieux: un tambour de tôle, perforé de trous de diamètre inférieur à celui des graines, tourne dans la trémie; une dépression d'air y est entretenue, et fait qu'une seule graine se colle à chaque trou, l'obturant comme une soupape; en un point donné, un obstacle exerçant une pression de l'intérieur provoque le décollement et la chute; ainsi, mécaniquement, les graines sont placées une par une à équidistance, travail inexécutable à la main.

Mais, pour de grandes surfaces, la semaille à la volée peut reprendre son importance par l'avion ou l'autogyre. Quand les graines légères doivent être enterrées à une certaine profondeur, il est nécessaire de les lester par enrobage, afin



FIG. 10. — LA « COMBINE » OU MOISSONNEUSE-BATTEUSE
Conduite par un seul homme, cette machine coupe les épis, les bat et rejette la paille avec la balle dans le champ, tandis que le grain est déversé dans le caisson (U. S. Inf. S.)....

qu'elles percutent au sol avec une vitesse et une masse assurant leur pénétration. Sept mille hectares auraient été ainsi ensemencés récemment en U. R. S. S. par des avions volant à une altitude de 20 à 30 m, et à la vitesse de 100 km à l'heure.

La lutte contre les parasites

Les plantes cultivées, pour donner leur rendement optimum, doivent disposer du sol sans concurrence de végétaux adventices, généralement mieux armés pour la lutte. Elles doivent être protégées également contre les attaques de leurs parasites, insectes et cryptogames. La technique de lutte s'applique à toutes les cultures ; elle est mécanisée par l'emploi de bineuses sarcleuses, de pulvérisateurs et de poudreuses.

Pour le désherbage des cultures, les bineuses-sarcleuses ne sont guère plus utilisées que dans les semis à grands écartements, maïs, betteraves, haricots et plantations de pommes de terre. Il importe, si l'on veut un travail précis, que la houe, ou bineuse, corresponde exactement au semoir utilisé. Cette condition est parfaitement réalisée avec les tracteurs *all purpose*, au moyen d'une barre porte-outils fixée à l'avant du châssis, dans le champ visuel du conducteur. Sur cette barre, on monte à volonté les semoirs ou les couteaux sarcleurs. Détail ingénieux, chaque semoir comporte son jeu de deux trémières cylindriques interchangeable : quand l'une est vide, l'autre, maintenue pleine en réserve, la remplace en un tournemain.

Mais on procède surtout désormais par répartition égale, au moyen de pulvérisateurs ou de poudreuses, de produits chimiques discriminant entre les espèces végétales. Cette méthode, préconisée par le Français Rabaté, consiste à

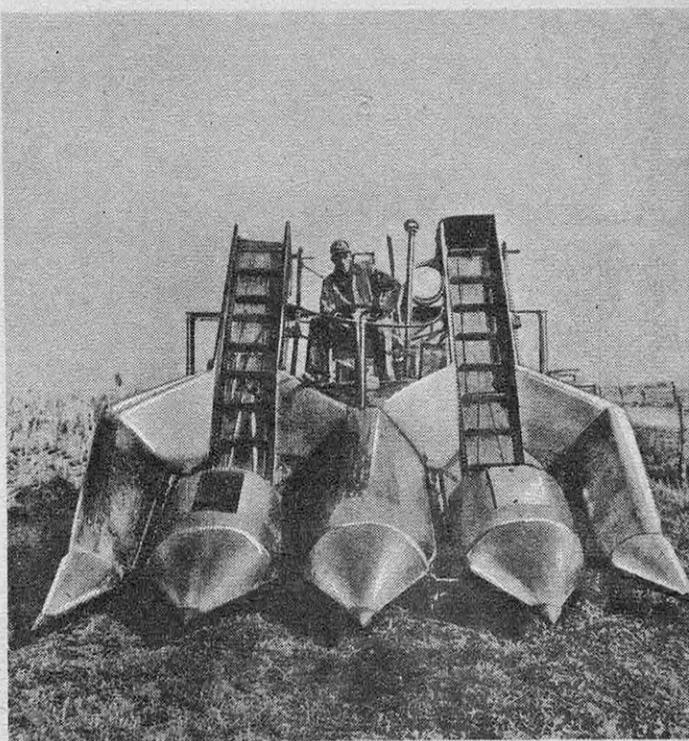


FIG. 11. — LA RÉCOLTE DES CÉRÉALES PAR LE « CORN-PICKER » A QUATRE RANGS

Les cinq griffes de cette machine passent entre les rangées d'épis et les dépouillent de leur grain, sans couper les tiges. Deux tapis roulants déversent le grain dans une caisse située à l'arrière. Une telle machine peut moissonner plus de 10 ha de blé par jour.

pulvériser mécaniquement une solution de 6 à 12 % d'acide sulfurique à 35° Baumé, à raison de 1 200 l par hectare ; elle s'applique aux jeunes céréales, au printemps, et détruit sanves, ravenelles, coquelicots, etc. La différenciation provient de la forme des feuilles et de la texture de leurs épidermes : celles de la céréale, étroites et lisses, retiennent peu la solution ; celles des végétaux adventices, larges et poilues, l'accrochent et sont brûlées. L'emploi de la sylvinite-moulue et de l'engrais désherbant, qui repose sur le même principe, a prélué aux poudrages. Les hormones artificielles, mises au point récemment en Angleterre, si leur succès se confirme, apporteront une solution définitive : le poudrage s'effectue à l'aide d'un simple épandeur d'engrais, la petite quantité d'hormone étant mêlée à 400 kg de craie broyée pour un hectare ; la différenciation s'opère par voie interne, toutes les plantes absorbant par leurs racines les hormones qui, indifférentes aux monocotylédones, dérèglent les fonctions vitales des dicotylédones.

Pour détruire les insectes et les cryptogames, c'est toujours la chimie qui intervient sous forme de solutions et de poudres, la mécanisation étant réalisée par pulvérisateurs et poudreuses sous pression ou courant d'air (fig. 7). Les appareils sont motorisés, tractés ou portés. Pour les arbres fruitiers, on emploie des machines en station, avec tuyauteries et lances. Les poudrages tendent à s'imposer à mesure que les insecticides et fongicides deviennent plus spécifiques et moins nocifs ; ils économisent le transport de quantités considérables d'eau ; leur rendement paraît devoir être porté au maximum par l'électrisation des poudres, qui se précipitent sur

les végétaux mis électriquement à la terre par leurs racines.

En Angleterre, un autogyre spécial, muni d'un pulvérisateur à grande capacité, le *Spraying Mantis*, vient d'être expérimenté. Il traiterait environ 200 ha par jour. Rien ne semble s'opposer à des poudrages et épandages effectués de la même manière. Ainsi la protection des cultures contre tous leurs ennemis, végétaux, cryptogames et insectes, problèmes qui ne peuvent être résolus que par des traitements généralisés, simultanés, recevrait une solution collective (1).

La mécanisation des cultures : Les fourrages

Nous nous limiterons aux cultures essentielles de l'assolement : fourrages naturels et artificiels, céréales, lin, betteraves, pommes de terre.

Pour les fourrages, la mécanisation est totale. Leur conservation s'effectue par fanage ou dessiccation naturelle ou artificielle, salage, ensilage. Sauf dans le premier cas, encore très fréquent, le facteur temps est partiellement ou totalement éliminé. La faucheuse tractée, ou la barre de coupe portée (fig. 8), la faneuse rotative ou à fourches, et le *ratofane*, qui met en andains, puis le chargeur en vrac interviennent, enfin le déchargeur à griffes ou l'élevateur pneumatique qui montent le foin sec au fenil. A la place du chargeur, Anglais et Américains tendent vers le *pick-up baling*, dont les récents modèles à courroies, sans piston, roulent la récolte en balles (fig. 9). En Suisse, quelques coopératives traitent au séchoir électrique le fourrage vert. La méthode de Solages permet, en salant le fourrage aux trois quarts sec, d'obtenir en grenier un foin brun très apprécié des animaux. Pour l'ensilage, le fourrage chargé vert est porté à l'ensileuse, qui le hache et l'insuffle pneumatiquement dans la tour. Le difficile chargement du maïs-fourrage est éliminé par les Américains au moyen d'une machine portée à l'avant du tracteur, qui coupe, hache et déverse la récolte dans une benne automobile circulant parallèlement.

Les céréales

Nous savons que la mécanisation de la culture des céréales fut la première réalisée, du labour à la livraison du grain. La « combine », ou moissonneuse-batteuse, est l'instrument de récolte (fig. 10). Coupant la paille à hauteur réglable, elle la bat en bout et la rejette en vrac dans le champ ainsi que les balles, après avoir séparé et nettoyé le grain, qui est ensaché ou déversé dans un caisson remorqué. La paille, jadis incendiée, doit être désormais ramassée pour le bétail : c'est l'affaire du *pick-up baling* qu'on passe ensuite. Une saison pluvieuse modifie cette technique : la céréale est alors coupée à la faucheuse à telle hauteur qu'elle repose sur une brosse de chaumes isolant les épis du sol. Les variétés à paille raide sont conseillées. Puis, dès que revient le soleil, la « combine », dont la barre coupeuse a fait place au *pick-up*, ramasse la récolte sur le chaume et la bat. La « combine » a évolué vers le type *all-crops* tracté, à coupe n'excédant pas 2 m, adapté aux fermes familiales, et traitant aussi bien céréales, pois, haricots, lentilles, soya, oléagineux. Mais, pour les

grandes exploitations, on vient à la *self propelled* (autopropulseur) à coupe frontale, qui au premier tour peut passer au ras des clôtures, évitant ainsi une perte considérable. En France, une machine conforme à nos méthodes de battage en travers, permettant le liage de la paille en bottes, effectue la totalité des opérations en un seul passage. En Angleterre, on essaie de mettre à la portée des petites exploitations les avantages de la « combine » pour le prix d'une moissonneuse-lieuse par le *corn-picker* (collecteur de grain) (fig. 11). Le principe est de battre la céréale sur pied, sans la couper. Pour le maïs, la moissonneuse spéciale placée à l'avant du tracteur récolte les épis, les dégage de leurs feuilles et les déverse par transporteur dans un caisson (fig. 12) ; l'égrenage mécanique ne s'effectue qu'après séchage.

Le lin

La récolte du lin est mécanisée par l'arracheuse à courroies sans fin. Les tiges pincées entre deux volants tangents, serrées par les courroies, sont conduites sur la table de liage ; au cours de ce transport, les racines se trouvent brisées par traction. Les bottes liées sont déposées sur le sol ; les fibres conservent leur longueur totale. Une machine de principe identique sert à arracher les haricots ; elle ne diffère de la précédente que par l'absence de liage.

La betterave

La mécanisation betteravière, très avancée, n'est pas totale ; il n'est pas certain qu'elle le soit jamais de façon parfaite. Le plein rendement n'est atteint que par des plantes isolées, équidistantes, la plantation ne comportant pas de manquants. Or, les graines de betteraves offrent cette particularité d'être mono ou polygermes dans des proportions variables. Le semis en monogermes équidistantes ne résout donc pas le problème, puisqu'il peut donner une, deux, trois et même quatre plantes. Le repiquage mécanique, qui est au point, ne donne une reprise assurée que dans certains climats pluvieux ; et la préparation des plants est un gros travail, qui ne peut être effectué que manuellement. Trois méthodes s'emploient à tourner la difficulté : la sélection, qui vise à obtenir héréditairement des graines monogermes ; travail de longue haleine aux résultats incertains ; la segmentation de la graine, pratiquée industriellement aux U. S. A. avec un succès relatif ; enfin, la fabrication de graines dites « monogermes », obtenues en décortiquant les germes et en les enrobant dans une gangue artificielle. Le pourcentage des germinations ne serait guère réduit. Mais le semis monogermes ou monogermes se heurte alors à deux obstacles : les graines lèvent mieux en groupe qu'isolément ; le risque de manquants n'est pas exclu, et il est gênant pour l'application mécanique des binages au plus près qu'exige la betterave. On effectue encore le démarriage à la main, qui est réduit à l'extrême par l'emploi des graines segmentées.

Le fermier américain sème clair en lignes continues, place les plantes à équidistance par sarclage à la houe, le tracteur circulant perpendiculairement au semis, et démarie à la binette, en coupant ou arrachant les betteraves qui demeurent en surnombre. A ce stade, la bineuse démarieuse du Français Ferté promet de considérables services ; cette machine est caractérisée par une véritable « intelligence » lui permettant

(1) Voir « L'hélicoptère au service de l'agriculture » (*Science et Vie*, n° 351, décembre 1946).

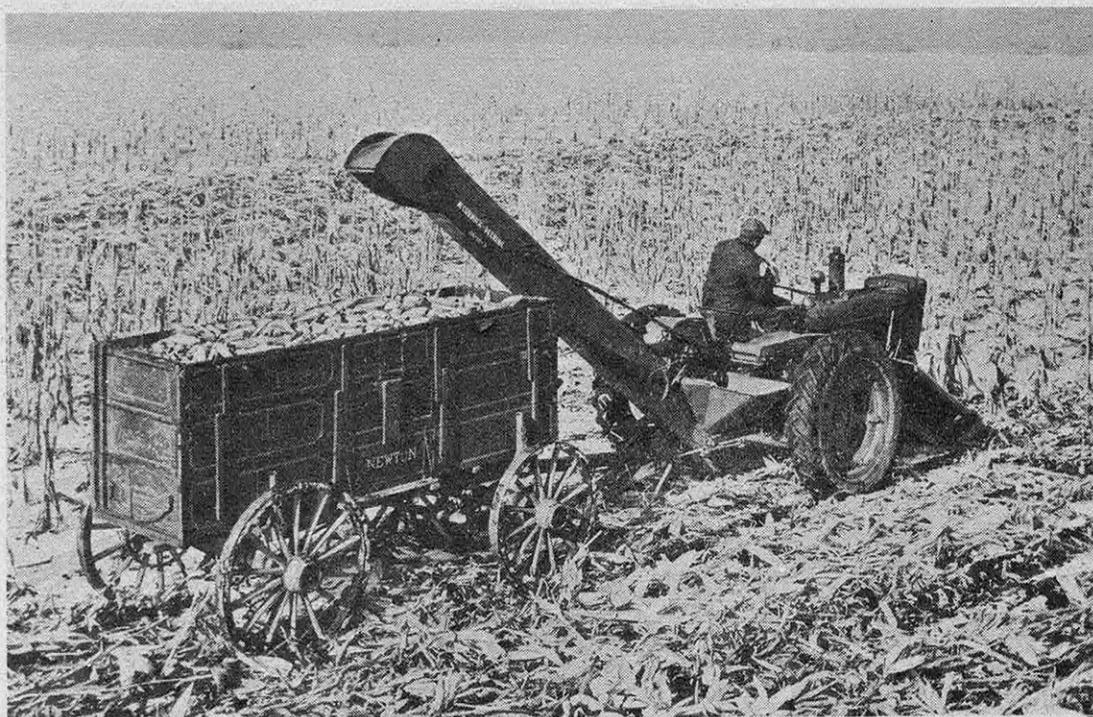


FIG. 12. — MACHINE A RÉCOLTER LE MAIS

Ce tracteur avance sur deux rangées de maïs dont les épis sont automatiquement arrachés, coupés, débarrassés de leurs feuilles et déversés dans le chariot qui est aussitôt remplacé que rempli (U. S. Inf. S.).

un travail sélectif ; elle possède un « sens ». C'était dans la première version la vue, obtenue par cellule photoélectrique ; mais M. Ferté a été conduit à lui substituer le toucher au moyen d'un « tâteur salin » : Il s'agit d'un doigt métallique, humecté d'un électrolyte et mis sous tension ; le circuit se trouve fermé quand le doigt entre au contact avec le feuillage d'une betterave, et il en résulte un relèvement instantané de la fraise bineuse, qui épargne la plante. La machine étant réglée en « placeuse » automatique, en cas de manquant, le tâteur salin provoque le relevage au contact de la première betterave rencontrée. Après quoi, l'automatisme reprend à la même cadence jusqu'au prochain manquant. Par la suite, il est possible de biner dans la ligne, le tâteur salin commandant l'effacement de la fraise au contact de chaque betterave.

Les arracheuses mécaniques sont au point, mais elles éprouvent des difficultés dans maintes terres, françaises, généralement lourdes. Aux U. S. A., on emploie surtout les arracheuses portées travaillant un rang, quelquefois deux ; les racines, soulevées par des socs en forme de rampes, saisies par des pinces, décollées au moyen d'un disque rotatif, tombent dans l'éleveur-transporteur, qui les décroche et les déverse dans la benne du camion circulant au côté de l'arracheuse (fig. 13). En France, quoique les premiers essais de M. Moreau remontant à 1912 soient antérieurs, la vulgarisation est moindre ; les arracheuses, de 1, 2, 3 et même 6 rangs, sont plus diversifiées ; les principes sont identiques, mais le décolletage, accompagné

du dégagement des « verts », est toujours effectué avant l'arrachage, par couteau oblique ou rotatif, réglé en hauteur par un tâteur glissant ou roulant sur la tête des racines ; celles-ci sont groupées en lignes par un transporteur réglable ; un chargeur à pick-up peut les ramasser et remplir la caisse des véhicules.

La pomme de terre

Pour la pomme de terre, qui se reproduit par tubercules irréguliers, la première machine est la planteuse qui les dispose dans le sol à profondeur constante, un par un, à intervalles réguliers. D'innombrables inventeurs se sont attaqués au problème. Les planteuses semi-automatiques sont parfaites, mais elles comportent, sur un siège pour chaque rang, un homme qui place un tubercule dans chaque godet de l'organe distributeur. Les deux écueils pour réaliser l'automatisme complet sont le double tubercule dans le même godet et le godet vide. Quelques planteuses automatiques sont parfaitement au point. Le triage-calibrage mécanique des plants aide beaucoup leur fonctionnement. Les binages-buttages s'effectuent à la houe. Les arracheuses sont au point : leur soc soulève la bande de terre contenant les tubercules ; ceux-ci sont extraits par criblage, au moyen de fourches rotatives ou d'un transporteur roulant, constitué par une chaîne sans fin (fig. 14). Quelques machines ensachent et réalisent la totalité des opérations en une seule passe. Mais, sauf en sols légers et secs, il est préférable de laisser les tubercules en lignes exposés à l'air.

Comme pour les betteraves, le travail en terres lourdes accroît les difficultés.

La mécanisation des élevages

Tout élevage pose des problèmes généraux d'alimentation, de logement et d'hygiène, auxquels s'ajoutent la traite pour les vaches laitières, et la tonte pour les moutons.

L'alimentation estivale est fournie principalement par le pacage. Le gardiennage est supprimé par le clôturage des parcours, prairies, champs, dont les supports sont rapidement plantés à l'aide du *digger*. La clôture électrique apporte une solution simple et économique en réduisant à un le nombre des fils métalliques, avec un éloignement considérable des supports: Un transformateur, alimenté par le secteur, ou par une batterie, met en charge le fil de clôture sous très haut voltage, mais très faible intensité; l'animal entrant en contact avec le fil, ferme le circuit sur la terre et se trouve désagréablement secoué; après quelques expériences, son réflexe devient d'éviter prudemment tout fil, même non chargé.

L'alimentation hivernale est donnée en stabulation. Une disposition logique des bâtiments contenant les stocks alimentaires et des étables simplifie le travail. L'ensilage, sans lequel les Américains ne conçoivent plus l'élevage, est trop peu employé en France; bénéficiant d'opérations mécanisées effectuées antérieurement, il n'exige plus qu'une simple distribution. L'alimentation en fourrages secs et pailles est plus complexe, ces produits volumineux et de transport difficile ne pouvant se rationner en récipients de volume déterminé; l'appréciation « à l'œil » est cause d'erreurs et de gaspillages. Pour la préparation des provendes, de nom-

breuses machines motorisées interviennent: décrotteur de racines, coupe-betteraves, hache-paille, mélangeur de pulpes, broyeur de tourteaux, concasseur à grains, moulin, aplatisseur d'avoine, broyeur de fourrages ou d'ajones.

La cuisson indispensable des aliments des porcs est résolue de façon automatique par le chaudron-cuiseur électrique, fonctionnant sur courant de nuit. L'abreuvement individuel automatique, toujours possible par groupe moto-pompe à défaut de distribution publique, accroît le rendement et fait gagner un temps considérable. L'eau sous pression, en bâtiments drainés, à sol et revêtements imperméables, permet le nettoyage journalier et une excellente hygiène. La bonne tenue des animaux est assurée par les boxes et cornalyses modernes. Le transporteur monorail aérien facilite les distributions.

La machine à traire électropneumatique, à succions coupée de répulsions fait disparaître un travail manuel qui répugne généralement aux travailleurs. Les résultats sont parfaits, surtout avec les races à trayons longs et souples. Le lait, récolté à l'abri de l'air et de toute souillure, est propre et sain, à condition de désinfecter les organes après chaque opération à l'eau légèrement chlorée. Le gain de temps est appréciable, grâce à la possibilité de traire simultanément jusqu'à trois et quatre bêtes. La machine est à la portée des petites fermes, jusqu'à cinq et même trois vaches. Elle se fait en modèles fixes pour l'étable, et roulants permettant d'opérer à l'herbage. Les animaux s'y font très vite. Il n'y a pas d'autre solution au problème laitier, qui demeure vital, et il est à souhaiter que le retard d'équipement de la France par rapport aux autres nations soit rapidement comblé. A l'extrême, aux U. S. A., on obtient

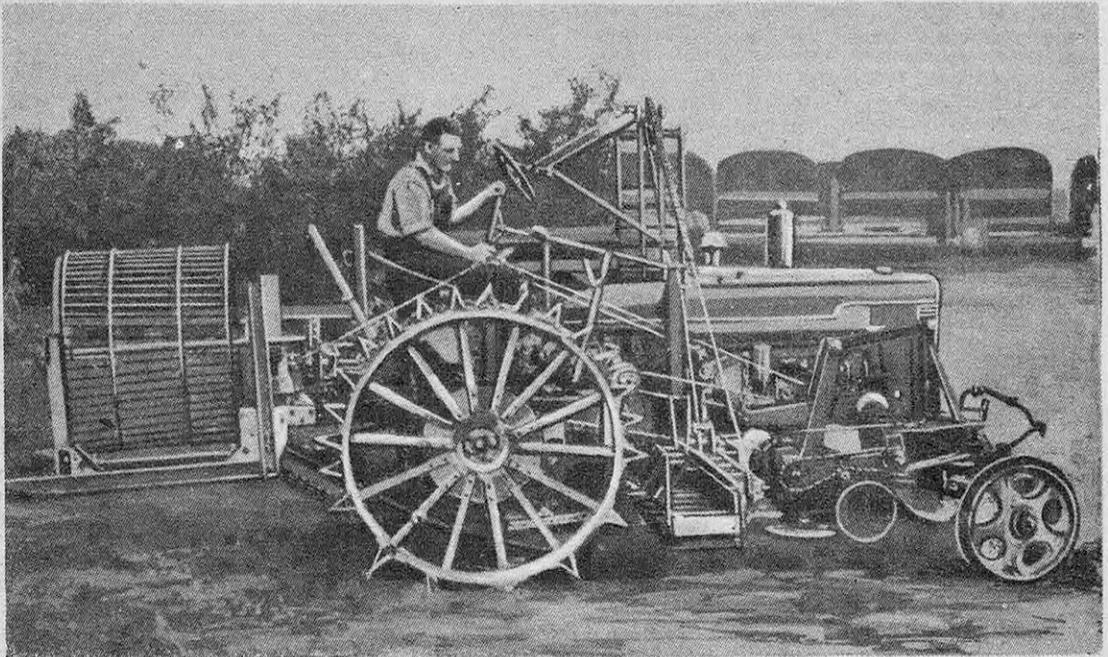


FIG. 13. — MACHINE A RÉCOLTER LES BETTERAVES

Les racines sont soulevées par des socs, décollées à hauteur voulue par un disque rotatif, décrotées dans le tambour, et déversées dans la benne par un élévateur (N. I. A. E.).

le rotolactor, plaque tournante cellulaire, équipée de machines à traire, de dispositifs aseptiques, et de douches chaudes pour les bêtes, qui opère deux cent cinquante vaches par heure (fig. 15).

Pour les moutons, la mécanisation de la tonte réalisée en Australie par chantiers automobiles de tondeuses à moteur s'est répandue plus ou moins dans le monde entier. Elle fait intervenir le spécialiste, comme il était d'usage dans la tonte manuelle, mais avec un débit accéléré et une présentation classée des toisons très améliorée.

Le traitement des fumiers et la fertilisation des terres

L'indispensable restitution, compensant pertes et exportations, s'applique à tous les sols et à toutes les cultures. Elle se fait sous trois formes : végétale, en court-circuit ; animalisée par parçage ou par le circuit du fumier ; par importations organiques ou minérales.

La restitution en court-circuit ne comporte pas de bénéfice apparent. Elle s'effectue par « l'engrais vert », dont l'importance ne peut que s'accroître : dès qu'une terre est libre, pour une période plus ou moins longue, on sème une plante, de préférence légumineuse ; puis, avant qu'elle ne soit à graine, on l'enfouit à la charrue, après l'avoir couchée au rouleau. Les déperditions par infiltration sont évitées ; un gain d'azote est acquis ; la répartition des principes nutritifs du sol n'est pas modifiée, mais ils se présentent sous une forme organique très assimilable, et génératrice d'humus.

En parquant les animaux sur ce fourrage, il y a gain de viande ou de lait. La restitution, encore en court-circuit, est animalisée. Elle s'effectue par les déjections, sans transport ni manutention. La répartition, égale avec les moutons au parc, est moins bonne quand il s'agit de bovins. Si les animaux sont plus ou moins stabulés, il y a gain de viande ou de lait, production de fumier, et le circuit s'allonge ; cette production est indispensable, car, à l'inverse des systèmes précédents, elle permet le déplacement des principes nutritifs du sol, et leur concentration massive là où elle est utile. Si le cheptel est insuffisant, on fabrique du « fumier artificiel » par hydratation et fermentation des pailles : par tonne de paille, il faut 2 500 l d'eau

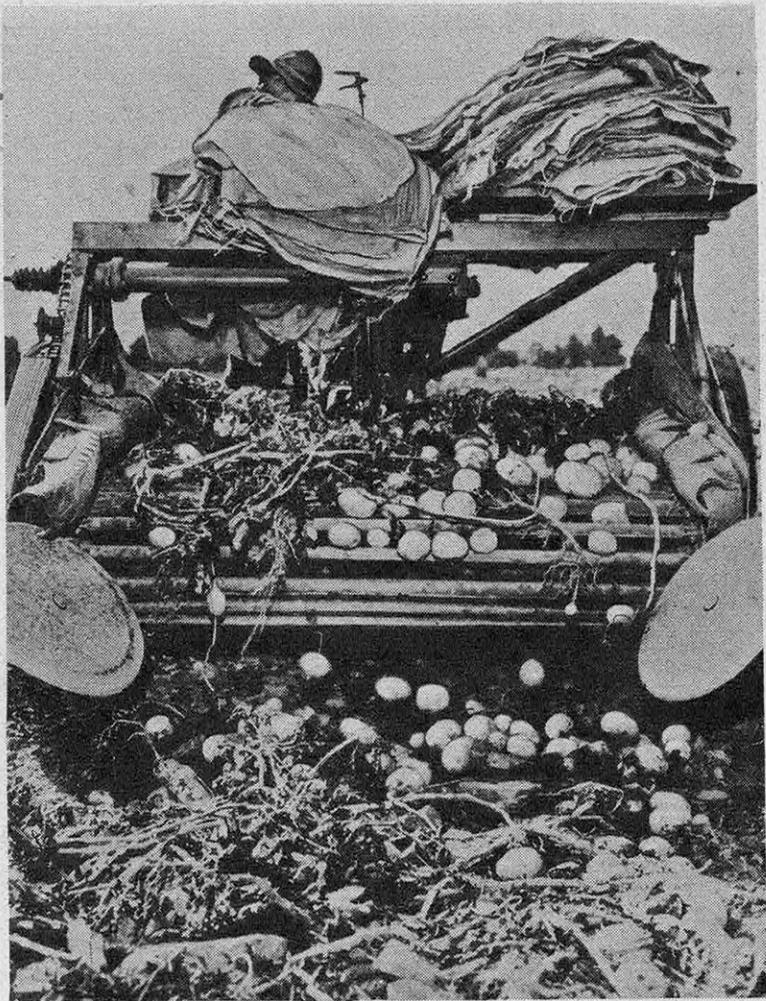


FIG. 14. — LA RÉCOLTE DES POMMES DE TERRE

Une récolteuse à deux rangées arrache de terre les tubercules qui sont débarrassés de la terre et des tiges sur un tapis sans fin qui les secoue et renvoyés sur le sol, où ils seront ramassés et mis dans des sacs que la machine laisse tomber à des intervalles réguliers (Photo Acme).

et 5 kg d'azote, soit 25 kg de sulfate d'ammoniac. On tend ainsi à éliminer à nouveau l'élevage. La mécanisation interviendra rapidement : il existe déjà un « préparateur de fumier artificiel », qui désagrège les balles, humidifie les pailles, fixe les éléments nitrificateurs par passage dans la solution azotée ; après quatre-vingts jours de fermentation, on obtient un produit homogène, apparemment identique au fumier naturel. Il reste à savoir ce qu'avec le temps donneront de telles substitutions.

Pour les fumiers naturels, collecte et traitement sont facilités et améliorés par le bétonnage des sols d'étables, l'établissement de rigoles drainant par gravité, la construction rationnelle de la fumière et de sa fosse, l'utilisation du mono-rail transportant par bennes les litières souillées, l'emploi de motopompes arrosant fréquemment les tas de purin ou d'eau. Le loader assure en Amérique le chargement sur véhicules. Cet implement s'adapte au tracteur all purpose :

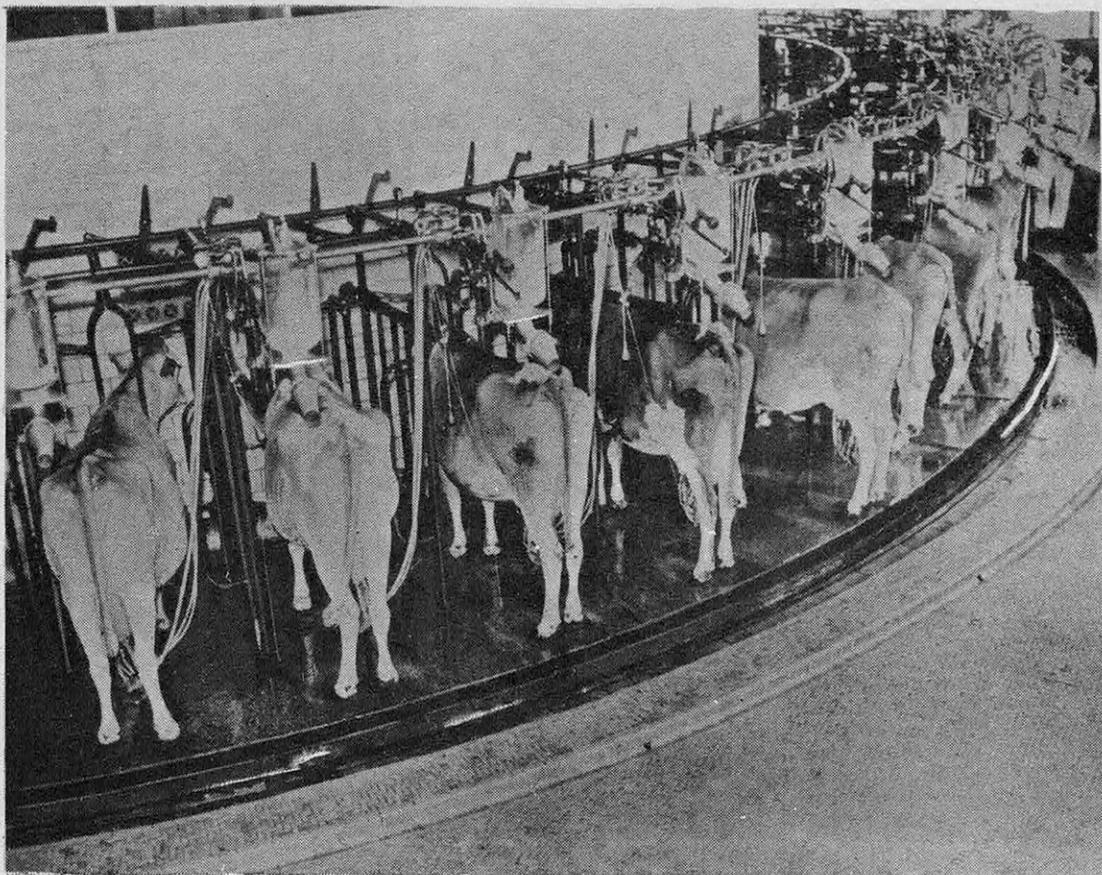


FIG. 15. — UN « ROTOLACTOR », ÉTABLE TOURNANTE OU L'ON TRAIT DEUX CENT CINQUANTE VACHES PAR HEURE DANS DES CONDITIONS D'ASEPTIE IDÉALES (U. S. INF. S)

deux bras de levier articulés au pont arrière encadrent le capot ; ils sont entretoisés à l'avant, et terminés par une benne à dents aiguës, basculant sur ses tourillons ; une commande hydraulique ou mécanique met les leviers en position basse ou haute ; la benne rasant le sol, le conducteur, en marche avant, fonce dans le tas, débraye ; puis, faisant passer les leviers à la position haute, en marche arrière, par un quart de tour sur place, il amène la benne au-dessus de la caisse du véhicule et provoque son basculement. Ce véhicule est un *manure mechanical spreader*, à fond roulant amenant la charge de fumier sur le cylindre épandeur.

Les importations organiques ou minérales, compensatrices ou amélioratrices, sont celles de tourteaux et aliments concentrés, gadoues de ville, engrais complémentaires organiques et minéraux. Les tourteaux et aliments se retrouvent en partie dans les fumiers. Pour les gadoues, la mécanisation doit intervenir par l'emploi du *loader* et du *manure spreader*. Pour les engrais commerciaux dont il faut souligner le rôle strictement complémentaire, mais précieux pour corriger les déficiences des sols et accroître l'efficacité des fumiers, les problèmes mécaniques sont résolus de longue date par les broyeurs, mélangeurs et épandeurs. Les mêmes appareils sont utilisés pour les amendements.

Étant donné la puissance des tracteurs, on tend à accélérer le travail par l'adjonction aux épandeurs de remorques interchangeables, qui portent la réserve d'engrais en sacs ou en vrac, une plateforme permettant le rechargement en marche.

Problèmes irrésolus

Les limites de la mécanisation en agriculture ont donc été poussées très loin. Mais il n'en existe pas moins des travaux qui échappent plus ou moins à l'exécution mécanique, soit par leur difficulté, soit par raison biologique. Le démariage de la betterave en est un exemple. La machine, même sélective, ne peut opérer que pour des cas simples, en milieu homogène. Si les Américains ont expérimenté dans l'Orégon le *filbert harvester*, aspirateur géant qui ramasse les noix (fig. page 210), ils cueillent leurs pommes de Californie à la main. Et l'on voit mal la machine entrer dans le verger ou le vignoble, pour effectuer des opérations telles que la taille, la sélection des fruits dans le feuillage, la vendange. La notion de qualité des produits qui prend une importance accrue, comme les nécessités biologiques capitales pour la continuité des récoltes, s'y oppose. Et, si avantageuse qu'elle puisse être, la mécanique perd ses droits à l'instant où ils entrent en concurrence avec ceux de la vie.

J. ENGELHARD

L'ATTERRISSAGE DANS LA BRUME

par Henry PORRA

Ancien élève de l'École Polytechnique

Le problème essentiel de la navigation aérienne est la détermination, à chaque instant, du cap à tenir pour amener un avion au-dessus de son aérodrome de destination, quelles que soient les circonstances atmosphériques. La technique radioélectrique apporte là, aujourd'hui, une aide précieuse (1). Cependant, une fois parvenu au voisinage du terrain, il reste encore au pilote à prendre contact avec le sol. Par beau temps, les manœuvres toujours délicates de l'atterrissage réclament seulement de l'adresse, du coup d'œil et de la précision ; quand les pistes sont couvertes par la brume, l'atterrissage à vue est impossible. Pour permettre à l'avion de se poser quelles que soient les conditions de visibilité, c'est encore à des procédés radioélectriques qu'il faut recourir. On peut les ranger grossièrement dans deux catégories : d'une part, ceux où le pilote suit aveuglément les ordres qu'il reçoit d'un opérateur au sol, véritable « directeur d'atterrissage » qui repère constamment l'avion et sa route par radiogoniométrie ou radar ; d'autre part, ceux où le pilote conserve la responsabilité de sa manœuvre, en suivant le chenal de descente que des émetteurs au sol matérialisent au-dessus de la piste par des champs électromagnétiques. Mais la solution idéale et définitive de l'atterrissage sans visibilité est incontestablement l'atterrissage automatique. Dès 1941, un pilote de l'aviation navale américaine est parvenu à se poser sur un porte-avions en effectuant vol d'approche et atterrissage entièrement à l'aveugle. Ce qui fut en 1941 un exploit doit devenir dans un avenir proche pratique courante pour que soient garanties la sécurité et la régularité du trafic aérien.

LES procédés radioélectriques d'atterrissage ont été mis au point pour permettre à l'avion de se poser quelles que soient les conditions de visibilité sur l'aérodrome. Pour comprendre le principe de ces procédés, il est nécessaire de préciser tout d'abord comment se comporte un avion à l'atterrissage et quelles sont les difficultés de cette manœuvre, ce qui permettra de voir quels sont les problèmes à résoudre pour atterrir sans visibilité.

Un exemple d'installation française datant de la veille de la guerre fera mieux saisir les principes généraux des solutions adoptées, et l'on pourra alors aborder l'exposé succinct des méthodes américaines utilisées pendant la guerre (SCS 51, GCA), et de la méthode CAA préconisée pour le présent.

L'atterrissage par bonne visibilité

Par beau temps, le pilote arrivant au terrain d'escale effectue, à basse altitude, environ 300 m, ce que l'on appelle « un tour de piste » en laissant l'aérodrome à sa gauche (fig. 1). Au cours de cette évolution, il note la direction du vent, indiquée avec son sens par le T mobile du terrain, sorte de girouette de grandes dimensions visible de loin. Le pilote continue à tourner autour du terrain jusqu'à ce qu'il vienne couper le demi-axe mené par le centre du terrain parallèlement au vent et dans le même sens (axe OV de la figure 1) ; il effectue alors un virage de 90° pour se mettre face au vent, et navigue en ligne droite dans cette direction.

Quand il se juge à la distance convenable du

point d'atterrissage, il réduit ses moteurs et effectue une descente rectiligne à pente assez faible. Durant cette manœuvre, il vise constamment le point d'atterrissage, et il évalue à l'œil la distance qui l'en sépare. Tout en maintenant sa direction fixe face au vent, il modifie le régime des moteurs de façon à atteindre le point d'atterrissage lorsque son altitude est presque nulle. S'il est trop long, il réduit ses moteurs et pique un peu plus ; s'il est trop court, il donne plus de gaz et il redresse légèrement son appareil.

À la fin de la descente, lorsqu'il n'est plus qu'à quelques mètres du sol, le pilote effectue ce qu'on appelle « un arrondi » en tirant progressivement sur son manche, qui commande le gouvernail de profondeur, en même temps qu'il réduit les gaz à fond ; l'avion se redresse, la trajectoire s'incurve vers le haut et l'avion vient finalement prendre contact avec le sol.

Dans l'atterrissage classique, l'avion prend contact avec le sol à la fois avec les roues avant et avec la roulette de queue (fig. 2). Pour atteindre ce résultat, le pilote doit avoir calculé son arrondi de façon que l'appareil soit en ligne de vol, c'est-à-dire l'axe du fuselage horizontal, alors que les roues sont environ à 1 m du sol ; les moteurs étant réduits à fond, l'avion n'a plus une vitesse de sustentation suffisante, il s'enfonce, et c'est en commencement de perte de vitesse qu'il vient se poser sur le terrain. Il est clair que, si l'arrondi a été effectué trop haut, la chute en perte de vitesse peut prendre une importance telle que l'avion vienne s'écraser sur le terrain. C'est donc dans l'appréciation exacte de la hauteur et de la vitesse de l'avion que réside la difficulté.

Il existe une deuxième forme d'atterrissage

(1) Voir : « La radionavigation » (Science et Vie, n° 349, octobre 1946).

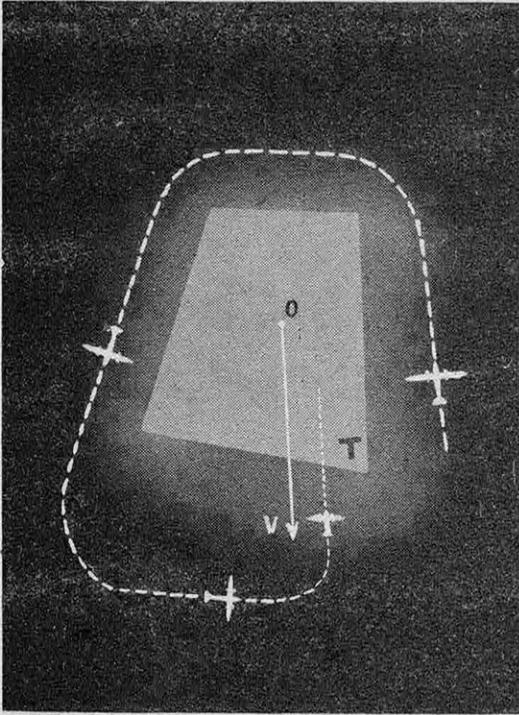


FIG. 1. — MISE EN DIRECTION D'ATERRISSAGE PAR BONNE VISIBILITÉ

Après avoir effectué à l'altitude de 300 m le « tour de piste » réglementaire, le pilote vient atterrir parallèlement à l'axe OV , face au vent, dont il a repéré la direction grâce au T mobile du terrain.

baptisée autrefois par les aviateurs « atterrissage de piste » (fig. 3). Dans cet atterrissage, l'arrondi est commencé un peu plus bas que précédemment, et l'avion, animé encore d'une vitesse suffisante pour assurer sa sustentation, vient prendre contact avec le sol uniquement par ses roues avant, l'appareil étant en ligne de vol. Le freinage produit soit par le simple roulement, soit par l'action des freins qui doit être alors très

progressive, ralentit l'avion, et la roulette de queue vient à son tour se poser sur le sol. Ce mode d'atterrissage exige que l'avion soit en ligne de vol à peu près rigoureuse au moment où les roues touchent le sol. S'il était en piqué trop accentué et s'il venait toucher le sol un peu brusquement, le freinage brutal ainsi produit serait, en effet, capable de faire capoter l'appareil. C'est donc surtout l'altitude que le pilote doit apprécier avec une haute précision dans ce cas.

En résumé, on voit que l'atterrissage comporte trois phases distinctes :

- la mise en direction vers le point d'atterrissage ;
- la descente ;
- la prise de contact avec le sol.

Au cours de chacune d'elles, le pilote contrôle ses manœuvres par l'altimètre de bord et par la vision directe du terrain.

Le principe de l'atterrissage par mauvaise visibilité

Le système ZZ

Lorsque la brume recouvre le terrain, le vent est considéré comme nul. En effet, la brume n'existe jusqu'au niveau du sol que si l'air est calme ; sinon il existe toujours au-dessous du plafond des nuages une zone plus ou moins élevée où la visibilité est assez bonne.

On peut donc choisir arbitrairement la direction et le sens d'atterrissage par mauvaise visibilité, qui coïncident avec ceux dans lesquels les abords du terrain sont le plus dégagés d'obstacles. Le pilote connaît, pour le terrain où il se rend, l'orientation de cet axe ainsi que l'emplacement exact d'un dispositif terrestre de radionavigation qui doit l'amener aux abords de la piste.

Pour fixer les idées, nous allons exposer le principe d'atterrissage par le procédé ZZ qui est l'ancêtre des procédés d'atterrissage par mauvaise visibilité (1).

L'avion est guidé par un radiogoniomètre terrestre situé à proximité du terrain dans l'axe d'atterrissage par mauvaise visibilité. Le pilote prend les caps successifs indiqués radiotélégra-

(1) Voir : « Comment l'avion atterrit dans la brume » (*Science et Vie*, n° 259, janvier 1939).

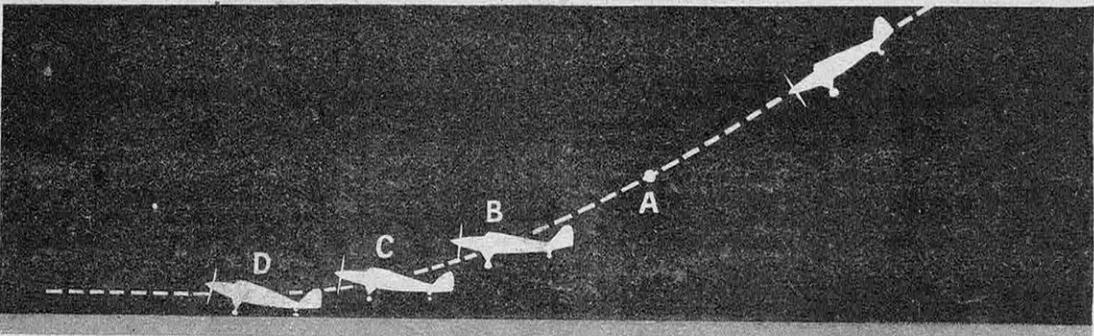


FIG. 2. — ATERRISSAGE NORMAL

L'échelle des altitudes est dilatée pour la clarté du dessin. En A, le pilote commence son « arrondi » en redressant progressivement son appareil et réduisant les gaz. En B, l'axe de l'avion est horizontal ; en C, l'avion est en cabré léger et amorce une perte de vitesse qui l'amène, en D, au contact de la piste par ses roues et par sa roulette de queue.

phiquement par l'opérateur au sol pour arriver jusqu'à la verticale du radiogoniomètre qui signale le moment exact du passage de l'avion au-dessus de lui.

Le pilote procède alors à la première phase de l'atterrissage, c'est-à-dire à la mise en direction. Pour cela, à partir du moment où il survole le radiogoniomètre, il effectue, en se flant à son compas, un virage du nombre de degrés nécessaires pour se mettre dans la direction opposée à l'axe d'atterrissage (fig. 4). Après avoir navigué pendant un nombre de secondes déterminé, dans cette direction, qui l'éloigne du terrain, il effectue un virage de 180° et il se dirige vers le terrain en gardant le cap de l'axe d'atterrissage. Pour rectifier éventuellement son orientation, il est aidé par le radiogoniomètre terrestre qui lui indique les caps à suivre pour passer à sa verticale. Le problème initial de l'atterrissage est résolu.

Au cours de cette évolution, il a perdu progressivement de l'altitude de manière à être sensiblement à l'altitude convenable lorsqu'il survolera le radiogoniomètre. Pour ce faire, il utilise son altimètre barométrique qu'il a préalablement réglé sur la pression atmosphérique locale communiquée par la station radio-terrestre.

Au moment où l'avion en direction d'atterrissage survole le goniomètre, celui-ci lui passe le signal ZZ. Le pilote connaît à ce moment-là sa distance à la piste d'atterrissage et son altitude ; il est, en outre, sur la bonne direction ; il n'a donc plus qu'à conserver le même cap et effectuer sa descente en surveillant ses instruments de bord. Il est livré à lui-même, et c'est seulement de la précision de sa navigation aux instruments que dépendra la perfection de sa manœuvre.

Dans les derniers mètres de sa descente, on admet qu'il aperçoit la piste à travers la brume, et il effectue alors la manœuvre de la troisième phase, c'est-à-dire la prise de contact, comme dans l'atterrissage par bonne visibilité.

On se rend compte des imperfections de cette méthode, puisque, à partir du moment où il amorce sa descente, l'aviateur est privé de tout moyen de corriger les erreurs qu'il peut éventuellement commettre. C'est pourquoi, dès avant la guerre, des procédés plus perfectionnés avaient été mis au point.

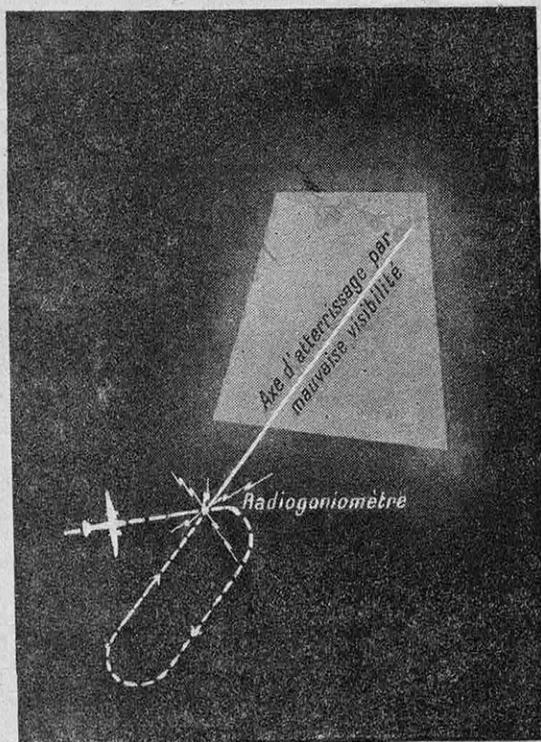


FIG. 4. — MISE EN DIRECTION D'ATTERRISSAGE PAR LA MÉTHODE ZZ

Guidé par l'opérateur au sol, l'avion vient passer à la verticale du radiogoniomètre. Il prend alors un virage de l'angle nécessaire pour se mettre dans la direction opposée à l'axe d'atterrissage, puis, après avoir navigué dans cette direction pendant un temps déterminé, revient, par un virage de 180° , suivre l'axe d'atterrissage ; la manœuvre est rectifiée du sol s'il y a lieu. Le signal ZZ est envoyé à l'avion au moment où celui-ci passe pour la seconde fois à la verticale du radiogoniomètre.

Radioatterrissage type Toulouse

Peu avant la guerre était installé, sur l'aérodrome de Toulouse-Francazal, un dispositif d'atterrissage qui guidait le pilote, en direction

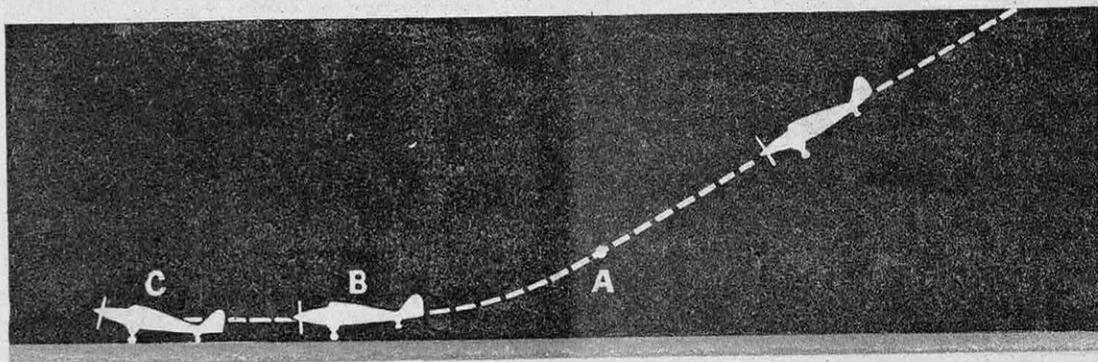


FIG. 3. — ATTERRISSAGE DE PISTE

Le pilote commence à redresser son avion en A (plus tard que dans l'atterrissage normal). En B, l'avion, queue haute, vient prendre contact avec le sol uniquement par ses roues avant. Au cours du roulement au sol, l'avion cabre progressivement et la roulette de queue vient à son tour se poser sur le sol.

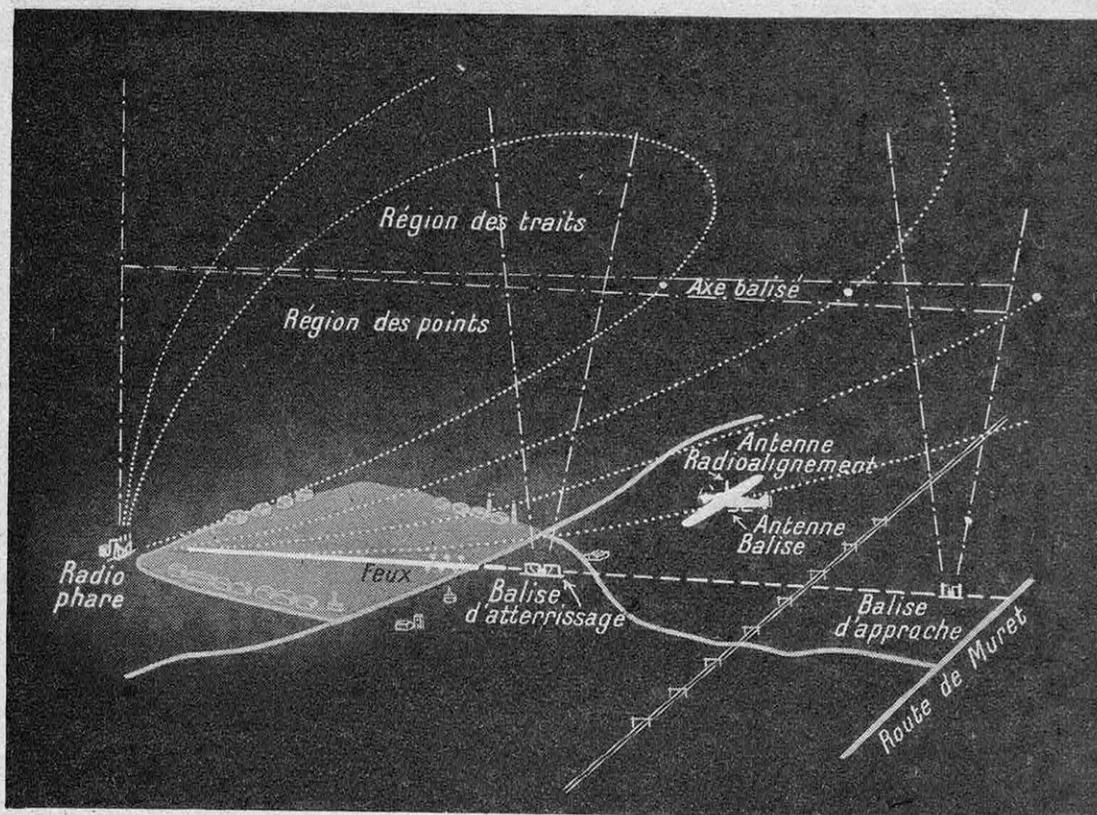


FIG. 5. — INSTALLATION DE RADIOATERRISSAGE DE TOULOUSE-FRANCAZAL

Un radiophare balise l'axe d'atterrissage par des signaux à diagrammes enchevêtrés. Le guidage en altitude est obtenu par un champ électromagnétique qui garde une valeur constante le long de courbes représentant des lignes de descente correctes. De plus, une balise d'approche et une balise d'atterrissage émettent des faisceaux verticaux, déclenchant des signaux sur le tableau de bord de l'avion au moment où celui-ci les survole.

et en altitude, pendant toute la durée de la descente (fig. 5).

A terre, un radiophare, situé dans l'axe d'atterrissage, au delà du point d'atterrissage par rapport à l'avion, émet sur une longueur d'onde de 9 m, à l'aide d'aériens appropriés, des signaux à diagrammes enchevêtrés balisant l'axe d'atterrissage : suivant que l'on est à gauche ou à droite de l'axe, c'est l'un ou l'autre des signaux qui prédomine ; sur l'axe, les deux signaux sont reçus avec la même intensité. Le récepteur actionne l'aiguille d'un indicateur placé sur le tableau de bord du pilote ; quand l'avion est à droite de l'axe, l'aiguille dévie vers la droite ; quand l'avion est à gauche, l'aiguille dévie vers la gauche ; pour suivre la bonne direction, le pilote doit manœuvrer de telle sorte que l'aiguille se maintienne sur le repère médian de l'indicateur.

En ce qui concerne le guidage en altitude, il existe deux procédés : un procédé discontinu et un procédé continu.

Le premier est obtenu à l'aide de deux balises dont l'une est placée à 3 km du bord du terrain (balise d'approche) et dont l'autre est placée à 150 m de la bordure du terrain (balise d'atterrissage). Ces balises sont des émetteurs radio d'une longueur d'onde de 7,90 m, ayant chacun des émissions caractéristiques qui permettent

de les identifier ; leurs aériens sont munis de réflecteurs de manière que leurs émissions forment des faisceaux dirigés vers le haut. Quand le pilote survole les balises, le récepteur reçoit les signaux et actionne, sur l'indicateur du tableau de bord, un signal optique bien déterminé pour chaque balise (déviation d'une aiguille devant un cadran ou allumage d'une lampe de couleur donnée). Connaissant la distance exacte des balises et son altitude à l'aide de l'altimètre, réglé au préalable sur la pression locale, le pilote dispose, à deux moments successifs, de renseignements lui permettant de rectifier sa descente.

Mais ce procédé discontinu est encore insuffisant ; c'est pourquoi on a prévu un guidage continu en altitude. A cet effet, l'émetteur de radioguidage est conçu de telle façon que le champ électromagnétique émis soit constant le long de courbes situées dans un plan vertical et tangentes à la piste d'atterrissage. Ainsi, l'avion qui veut atterrir n'a qu'à maintenir constante la valeur de l'intensité du champ reçu par son récepteur pour suivre une courbe venant prendre contact tangentiellement avec le sol. L'indicateur visuel traduit l'intensité d'une manière simple pour le pilote qui doit simplement régler sa descente de façon à maintenir une aiguille mobile en face d'un repère.

Le guidage s'effectue donc d'une façon continue

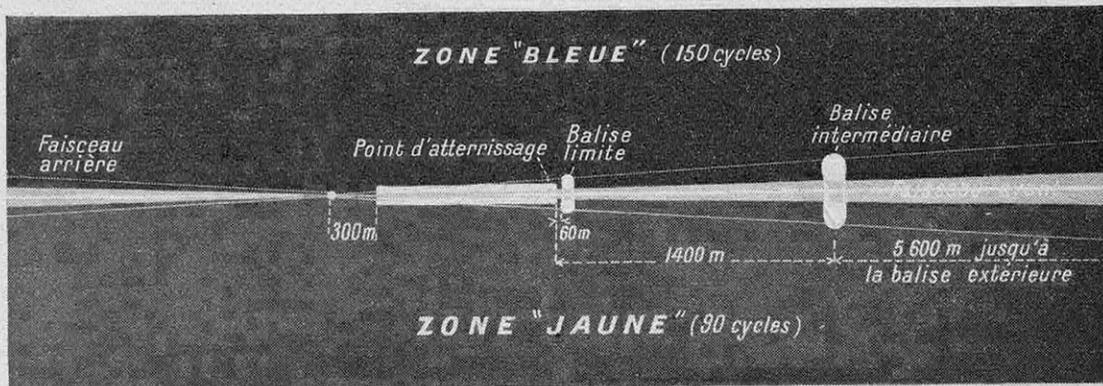


FIG. 6. — FAISCEAU D'ORIENTATION DU SYSTÈME SCS 51

L'axe d'atterrissage est défini par la zone où les valeurs des deux champs émis dans chacune des zones « bleue » et « jaune » sont égales.

en direction et en altitude pendant toute la descente. La précision, en ce qui concerne l'altitude, n'est toutefois pas suffisante pour permettre d'effectuer la prise de contact avec le sol en se fiant uniquement à l'indicateur. L'examen de l'altimètre permettrait, si cet instrument était suffisamment précis, de connaître le moment où le pilote doit commencer son « arrondi ». En réalité, il lui faut, dans les derniers mètres, essayer d'apercevoir le sol à travers la brume pour pouvoir effectuer à vue la dernière phase de l'atterrissage, c'est-à-dire la prise de contact.

Système SCS 51

C'est sur des principes analogues qu'est fondé le procédé américain SCS 51 (Signal Corps Set 51). La seule différence profonde réside dans le fait que la trajectoire de descente, au lieu d'être une courbe tangente à la piste d'atterrissage, est en réalité une droite très faiblement inclinée, de quelques degrés à peine, par rapport au sol.

L'équipement, monté sur camion et remorque, comprend trois parties distinctes : l'émetteur d'orientation, l'émetteur de descente, et les radiobalises, au nombre de trois.

L'émetteur d'orientation, stabilisé par quartz

piézoélectrique (longueur d'onde voisine de 2,75 m), alimente un système d'aériens avec deux modulations différentes, à 90 et 150 cycles, de telle manière que, d'un côté de l'axe d'atterrissage (à droite pour un avion se présentant en position d'atterrissage), l'émission est modulée à 150 cycles (zone « bleue ») et de l'autre côté à 90 cycles (zone « jaune ») (fig. 6). Le faisceau d'orientation est constitué par la zone intermédiaire où les valeurs des champs des deux émissions sont égales ; son ouverture est d'environ 2° . Dans son plan vertical, ce faisceau s'élève au-dessus de la piste ; il s'étend de part et d'autre de l'émetteur : il existe donc un faisceau avant et un faisceau arrière. La portée est d'environ 40 km à 750 m d'altitude.

L'émetteur de descente, monté sur remorque, est placé sur le côté de la piste à environ 100 ou 200 m du début de celle-ci. Il fonctionne, comme l'émetteur d'orientation, par double modulation (longueur d'onde voisine de 9 m) ; le faisceau de descente est défini par la zone où il y a égalité d'intensité entre les deux modulations reçues (fig. 7). L'inclinaison du faisceau sur le plan horizontal est d'environ $2^\circ 1/2$ (cet angle peut être réglé entre 2 et 5° pour tenir compte de la configuration locale du terrain). Quant aux

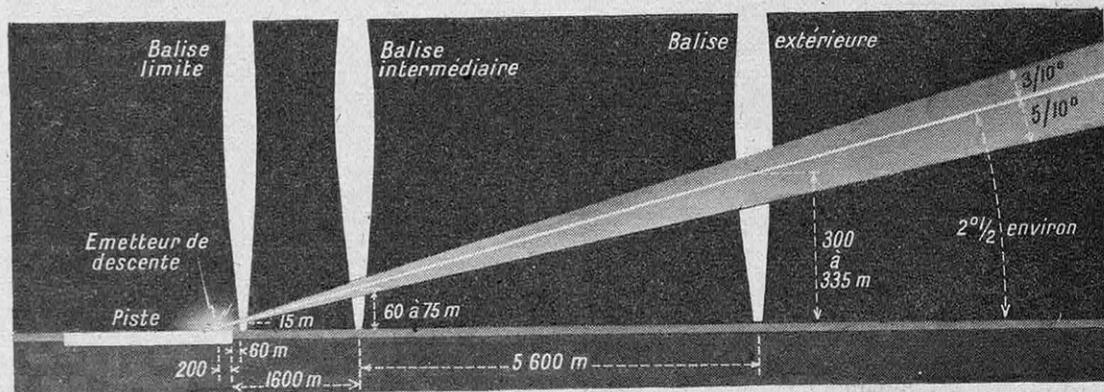
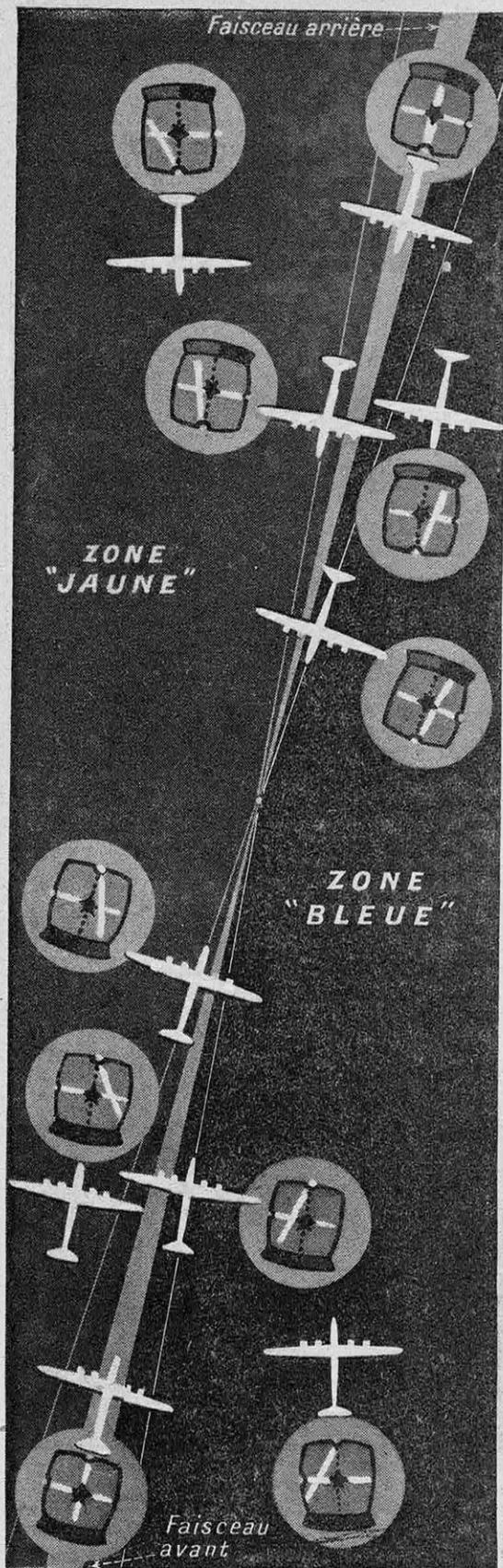


FIG. 7. — GUIDAGE EN ALTITUDE DU SYSTÈME SCS 51

C'est, comme pour le guidage en direction, par double modulation qu'est définie la ligne de descente. De plus, trois balises déclenchent des signaux lumineux sur le tableau de bord au moment où l'avion les survole.



balises, elles sont placées respectivement : pour la balise extérieure, à 7 200 m du point d'atterrissage ; pour la balise intermédiaire, à 1 600 m du point d'atterrissage, et, pour la balise limite, à 60 m du point d'atterrissage. Ces trois balises émettent à très haute fréquence des signaux caractéristiques.

A bord de l'avion, il existe un récepteur pour l'émetteur d'orientation et un récepteur pour l'émetteur de descente. Les deux récepteurs actionnent respectivement deux aiguilles d'un même indicateur placé sur le tableau de bord : l'une des aiguilles, verticale au repos, sert au guidage en direction et, lorsqu'elle s'éloigne de la verticale, indique au pilote s'il se trouve dans la zone « jaune » ou dans la zone « bleue » (fig. 8). L'autre aiguille, horizontale au repos, indique au pilote par sa position s'il doit piquer ou cabrer (fig. 9) ; pour assurer une descente correcte, il faut donc que le pilote maintienne à la fois l'aiguille d'orientation dans la position verticale et l'aiguille d'altitude dans la position horizontale. L'avion est ainsi guidé tout le long de sa descente.

Un troisième récepteur, qui peut être celui du radio-compas, déclenche l'allumage de voyants lumineux lorsque l'avion survole chacune des trois balises. On a ainsi des vérifications supplémentaires en se reportant à l'altimètre, qui a évidemment été réglé au préalable par la connaissance de la pression barométrique locale communiquée par le sol. Les passages doivent se faire à 300 m environ au-dessus de la balise extérieure, à une soixantaine de mètres au-dessus de la balise intermédiaire et à 15 m au-dessus de la balise limite. Dans les derniers mètres de la descente, le pilote aperçoit le sol et termine normalement la prise de contact.

Il est à noter à ce sujet que, l'angle de la trajectoire de descente étant très faible, l'avion est presque en ligne de vol et qu'il suffit de couper les moteurs presque sans redresser l'appareil pour que celui-ci fasse un « atterrissage de piste » à peu près normal. Ceci réduit les risques de fausse manœuvre dans le cas où le pilote ne pourrait apercevoir le sol que dans les toutes dernières secondes.

La mise en direction d'atterrissage dans le SCS 51

Après avoir survolé le radiophare situé aux abords du terrain, le pilote suit un cap coupant le faisceau avant d'orientation du système d'atterrissage SCS 51 (fig. 10). Il est averti qu'il arrive aux environs de l'axe du faisceau d'orientation par l'aiguille d'orientation de son indicateur. Celle-ci, en effet, qui est initialement bloquée sur la position de déviation maximum, tend à se rapprocher de la verticale à mesure qu'il se rapproche de l'axe du faisceau. Aussitôt que l'aiguille commence à se déplacer pour se rapprocher de l'axe, le pilote amorce un virage

FIG. 8. — SYSTÈME SCS 51 : DÉVIATION DE L'AIGUILLE D'ORIENTATION

Au bas de l'indicateur, de part et d'autre de l'axe médian, sont marqués deux secteurs, l'un jaune et l'autre bleu. Lorsque l'avion est exactement dans l'axe du faisceau d'orientation, l'aiguille reste dans la position verticale. S'il vole dans la zone « bleue », l'aiguille dévie vers le secteur bleu ; si l'avion vole dans la zone « jaune », l'aiguille dévie vers le secteur jaune.

pour prendre un cap égal à celui de l'axe du faisceau d'orientation. Il précise ce cap en utilisant les indications de ce faisceau au voisinage duquel il se trouve à la fin de son virage. Il doit tenir compte du fait que, son cap étant dans le même sens que le demi-axe du faisceau avant, les changements de direction pour s'approcher de l'axe sont de sens opposé aux déviations de son aiguille.

Il vole ainsi en ligne droite jusqu'à ce qu'il coupe le faisceau de descente, ce qui lui sera indiqué par le passage à l'horizontale de l'aiguille de descente de son indicateur.

A partir de cet instant, il continue à voler dans la même direction pendant deux minutes, en utilisant toujours les indications de l'aiguille d'orientation ; puis il effectue un virage de 45° et suit au compas le nouveau cap pendant quarante secondes. Après quoi, il effectue un virage normal de 225° .

A ce moment-là, il se trouve de nouveau dans l'axe de la piste, avec un cap sensiblement opposé à celui du demi-axe du faisceau d'orientation avant. Il rectifie ce cap en s'aidant des indications de ce faisceau et en perdant un peu d'altitude de manière à descendre à 300 m environ.

Il retrouve ainsi au bout d'un certain temps le faisceau de descente à peu près en même temps qu'il survole la balise extérieure. A partir de ce moment, il amorce sa descente qu'il effectue en utilisant à la fois les indications de son aiguille d'orientation et de son aiguille de descente, comme il a été dit précédemment.

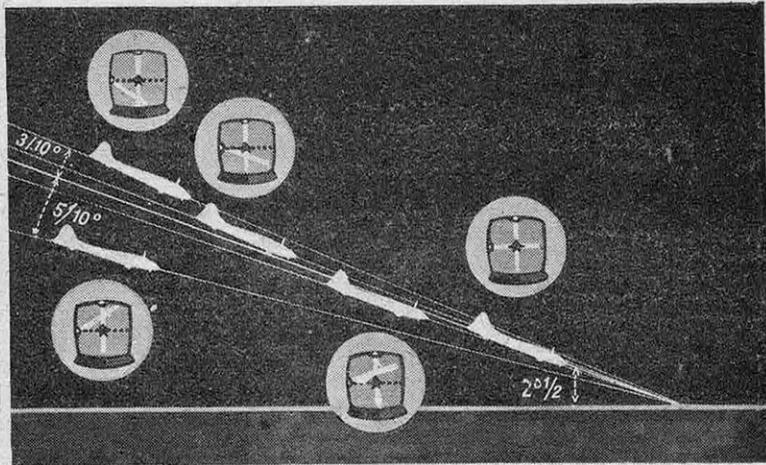


FIG. 9. — SYSTÈME SCS 51 : DÉVIATION DE L'AIGUILLE DE DESCENTE

L'agencement est tel que l'aiguille dévie toujours dans le sens suivant lequel l'avion doit être piloté pour reprendre la ligne correcte de descente ; si l'aiguille dévie vers le bas, l'appareil doit piquer ; si l'aiguille dévie vers le haut, l'appareil doit cabrer.

Le système GCA

Le système GCA (Ground Control Approach) a également pour but de guider le pilote au cours de sa descente, mais il diffère essentiellement par son principe des systèmes précédents. Dans ceux-ci, les indications reçues du sol se traduisent automatiquement par des déviations d'aiguilles sur un cadran supplémentaire du tableau de bord de l'appareil et le pilote complète, grâce aux indications de cet instrument, les opérations de pilotage sans visibilité effectuées à l'aide du contrôleur de vol habituel.

Dans le procédé GCA, au contraire, les évolutions de l'appareil sont contrôlées par le sol à l'aide de radars, et des opérateurs terrestres envoient au pilote par radiotéléphonie les indi-

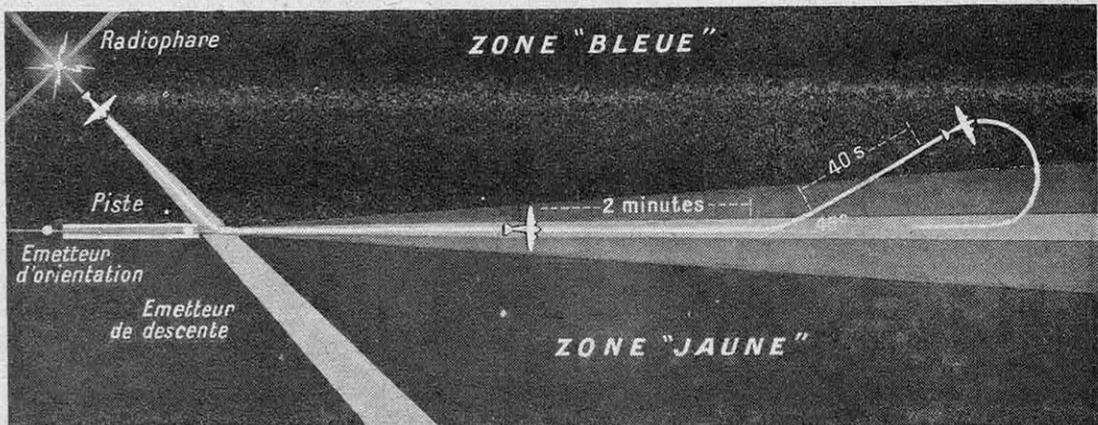


FIG. 10. — SYSTÈME SCS 51 : LA MISE EN DIRECTION D'ATTERRISSAGE

L'aiguille d'orientation de l'indicateur indique au pilote le moment où il croise le faisceau d'orientation. Le pilote s'efforce alors de suivre l'axe de ce faisceau ; deux minutes après avoir rencontré le faisceau de descente, il amorce un virage le ramenant à reprendre le même axe en sens contraire.

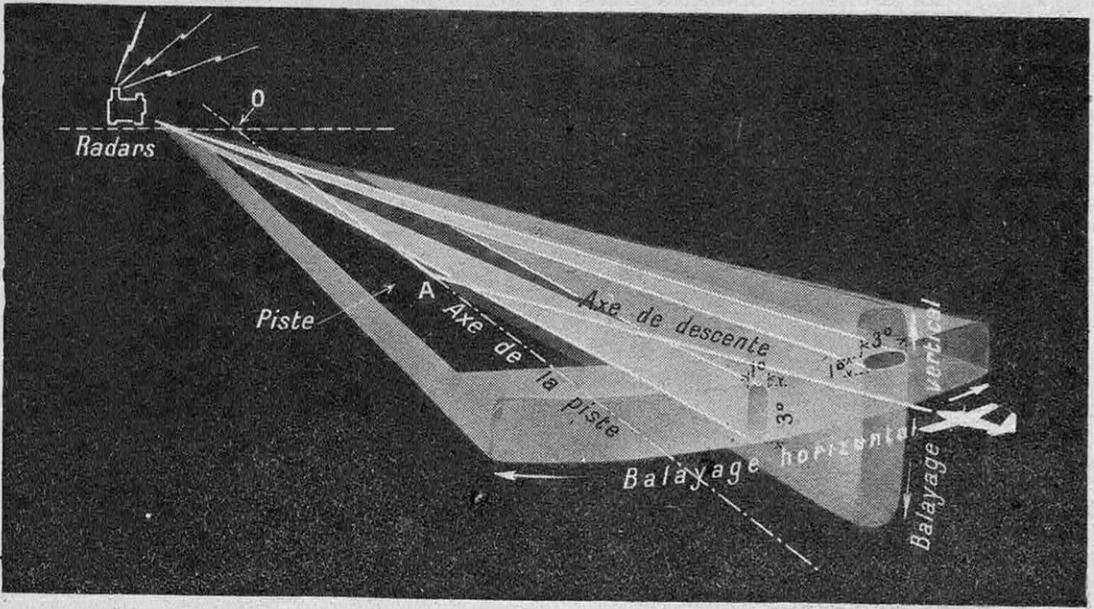


FIG. 11. — SYSTÈME GCA : VUE EN PERSPECTIVE DU BALAYAGE HORIZONTAL ET DU BALAYAGE VERTICAL PAR DES FAISCEAUX RADAR

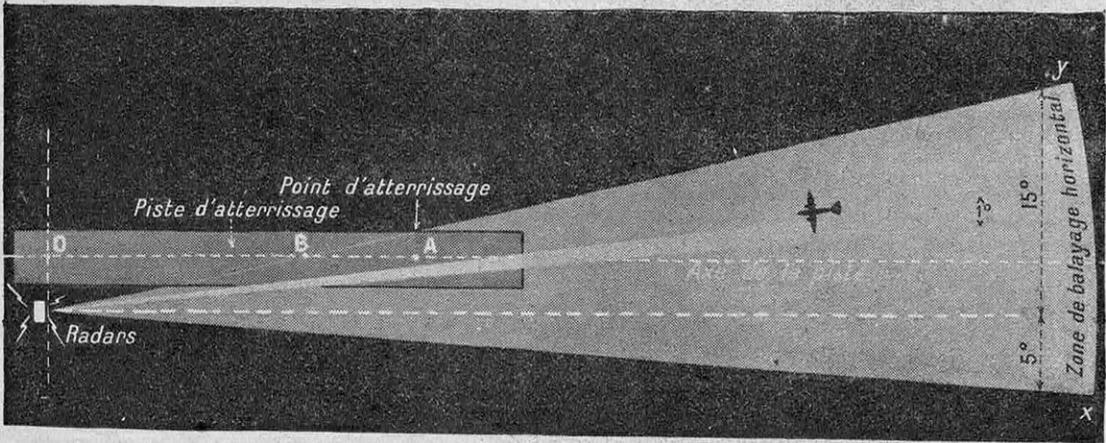


FIG. 12. — SYSTÈME GCA : VUE EN PLAN DU BALAYAGE HORIZONTAL

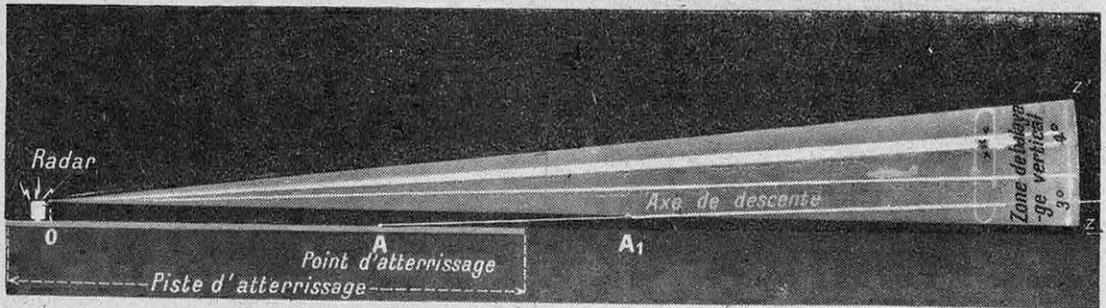


FIG. 13. — SYSTÈME GCA : VUE DE PROFIL DU BALAYAGE VERTICAL

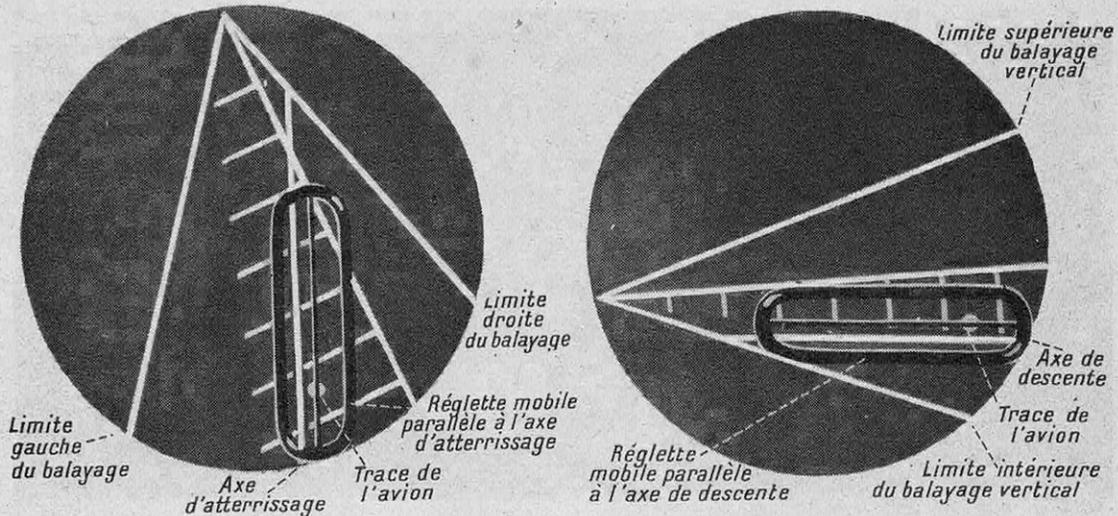


FIG. 14 ET 15. — SYSTÈME GCA : ÉCRANS DE L'OSCILLOGRAPHÉ DE BALAYAGE HORIZONTAL (A GAUCHE) ET DE L'OSCILLOGRAPHÉ DE BALAYAGE VERTICAL (A DROITE)

Les angles apparaissant sur les écrans sont triples des angles réels pour l'oscillographe de balayage horizontal, et sextuples des angles réels pour l'oscillographe de balayage vertical.

cations nécessaires pour corriger ses erreurs de direction ou d'altitude.

Dans le premier cas, le pilote interprète les indications de ses instruments de bord et reste le maître de sa machine, tandis que, dans le deuxième, il est entièrement soumis aux opérateurs terrestres dont il ne fait que suivre docilement les ordres.

Le système comporte un camion portant un radar de recherche générale qui permet de surveiller la zone d'approche et de déceler les divers avions qui s'y trouvent, ainsi que deux autres radars de précision, un pour la direction et un pour l'altitude.

Le radar de direction (fig. 11 et 12) est constitué par un faisceau de 1° de large et 3° de haut qui balaya alternativement de droite à gauche et de gauche à droite un secteur de 20° de largeur totale, encadrant la direction d'atterrissage. Sur l'écran du tube cathodique de ce radar, apparaissent les deux limites du secteur balayé, l'axe d'atterrissage et la position de l'avion ainsi que des cercles régulièrement espacés représentant des distances au point d'atterrissage régulièrement échelonnées (fig. 14). Un aide maintient sur la trace de l'avion une réglette parallèle à l'axe d'atterrissage, et le déplacement de la réglette entraîne le fonctionnement d'un indicateur de lecture plus aisée, qui est sous les yeux du directeur d'atterrissage (fig. 16). Lorsque l'avion suit la direction correcte d'atterrissage, l'aiguille de direction se trouve en face du repère marqué zéro. Quand l'avion s'écarte de cette direction, l'aiguille dévie en face d'une graduation, dans un sens correspondant au sens de l'écart, et l'observateur lit directement la grandeur et le sens de cet écart. Il peut donc signaler à l'avion la grandeur et le sens de la correction à effectuer.

De la même manière, le radar d'altitude (fig. 11 et 13) comporte un faisceau de 3° de large et de 1° de haut, dont l'axe oscille verticalement et alternativement dans un secteur de

7° de hauteur encadrant la ligne de descente correcte. De la même façon que pour l'orientation, les indications transformées du radar d'altitude apparaissent sur l'indicateur du directeur d'atterrissage (fig. 15 et 16).

L'avion, après avoir effectué la première phase de l'atterrissage, c'est-à-dire la mise en direction, à l'altitude et à la distance convenables du point d'atterrissage, est pris en charge par les radars de précision et le directeur d'atterrissage lui transmet par radiotéléphonie les indications nécessaires pour qu'il se maintienne correctement en ligne de descente, tant en direction qu'en altitude. Comme, en outre, l'opérateur au sol connaît à chaque instant la distance exacte de l'appareil, il peut également renseigner le pilote à ce sujet et lui donner toutes les précisions voulues pour lui faire exécuter les manœuvres nécessaires. C'est ainsi qu'il lui dit d'ouvrir ses volets, de baisser son train d'atterrissage, de réduire ses moteurs, etc.

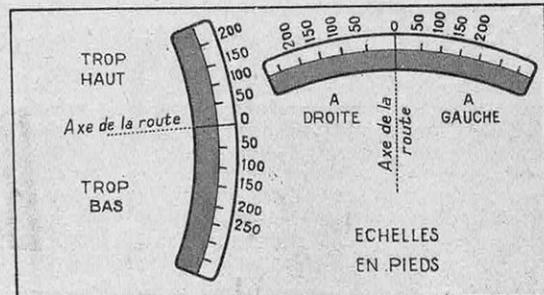


FIG. 16. — SYSTÈME GCA : INDICATEUR DE DIRECTION D'ATTERRISSAGE

Cet indicateur, dont le déplacement des aiguilles est lié à celui des réglettes mobiles sur les oscillographes de balayage horizontal et vertical, indique en grandeur et en sens les écarts de l'avion par rapport à la route à suivre (1 pied vaut 30,5 cm environ).

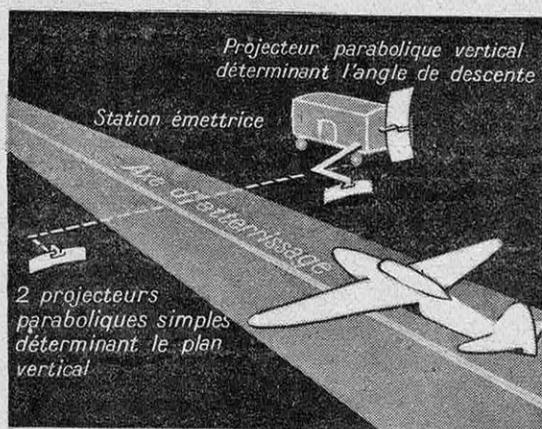
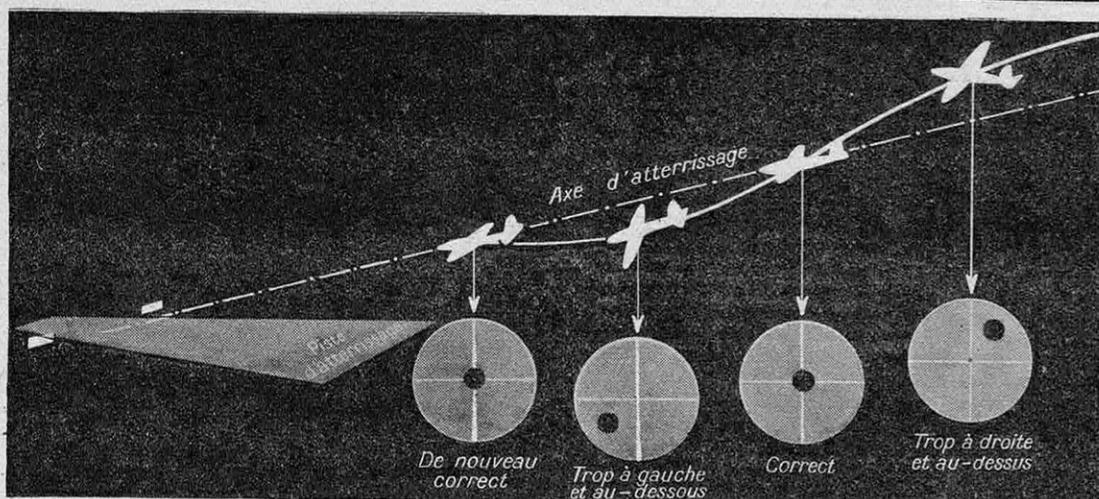


FIG. 17 ET 18. — PRINCIPE DU SYSTÈME DE RADIO-ATERRISSAGE CSF ET DE SON UTILISATION PAR LE PILOTE

Les quatre cercles placés à la partie inférieure de la figure du haut indiquent ce que le pilote voit sur l'écran dans les quatre positions de l'avion représentées sur la figure.

Le système CAA

Le système GCA a été mis au point lorsque la technique du radar a été assez évoluée pour permettre une précision suffisante. Ce système offre l'intérêt de ne pas nécessiter un long entraînement particulier; il suffit, en effet, que le pilote ait un minimum d'expérience du pilotage sans visibilité, puisque les manœuvres à faire pour suivre une trajectoire de descente correcte lui sont dictées du sol par le directeur d'atterrissage. Étant donné l'importance numérique des besoins en pilotes durant la guerre, ceci constituait un avantage indéniable.

Les systèmes tels que le SCS 51 exigent, au contraire, un entraînement spécial. Il faut en effet, que le pilote ait acquis les réflexes, voulus pour tenir compte des renseignements fournis par son indicateur de bord. En temps de paix, comme on a le loisir de faire l'apprentissage indispensable, ceci n'a plus qu'une importance secondaire.

D'autre part, les pilotes confirmés ont une répugnance marquée contre le système GCA, car ils éprouvent une sorte d'appréhension à se laisser guider par les indications données verbalement du sol par le directeur d'atterrissage.

C'est en tenant compte de ces données qu'à la suite des expériences effectuées en novembre 1946 à Indianapolis la Conférence internationale de la Navigation aérienne de Montréal vient de marquer sa préférence en faveur du système CAA (Civil Aviation Administration).

Ce dernier est un système plus perfectionné, dérivé du SCS 51 et qui comporte en particulier l'adjonction d'une communication radiotéléphonique entre le sol et le pilote. Normalement utilisé pour l'atterrissage par mauvaise visibilité, il serait doublé, à titre de sécurité, par un système type GCA, qui permettrait de contrôler du sol la trajectoire de l'avion. En cas d'erreur grave, la liaison en téléphonie, adjointe au système CAA, permettrait de donner exceptionnellement au pilote les indications devenues nécessaires.

Le système CSF

La difficulté essentielle des procédés d'atterrissage par mauvaise visibilité réside dans l'obtention de lignes de descente parfaitement rectilignes, indépendamment des conditions particulières qui peuvent influer sur les émissions et des réflexions parasites sur le sol ou les obstacles. C'est pourquoi la Compagnie Générale de Télégraphie sans fil a fait breveter ces dernières années, un procédé de radioatterrissage sur ondes décimétriques qu'elle achève de mettre au point pour le compte de la Section Air du Centre National d'Études des Télécommunications.

L'intérêt des ondes décimétriques réside dans le fait que leur emploi est semblable à celui des ondes lumineuses, qu'elles peuvent être dirigées aisément à l'aide de cornets, sorte de pavillons analogues aux projecteurs optiques, et qu'on peut atteindre dans leur visée une précision quasi illimitée, à la seule condition que l'espace soit libre d'obstacle dans la direction parcourue par leur faisceau. En outre, elles mettent en jeu des puissances extrêmement réduites.

Le système d'atterrissage CSF à ondes ultracourtes comporte un émetteur envoyant

dans quatre cornets des impulsions successives de 20 cm de longueur d'onde, modulées à des fréquences différentes (fig. 18). Deux des cornets émettant chacun devant un réflecteur parabolique permettent de définir un plan vertical de radioguidage pour lequel le champ électromagnétique dû à l'un des cornets est égal à celui émis par l'autre. Les deux autres cornets émettent devant un réflecteur parabolique et définissent de la même façon un plan de descente faisant avec le plan horizontal un angle convenablement choisi.

Un récepteur muni d'un aérien non directif, placé verticalement sur le fuselage de l'avion, amplifie les signaux, les détecte, les sépare et les compare. Cette comparaison se traduit, pour le pilote, par la position d'une tache lumineuse par rapport à un diamètre vertical et à un diamètre horizontal tracés sur l'écran d'un oscillographe cathodique (fig. 17). Pour suivre la ligne d'atterrissage, le pilote n'a qu'à maintenir la tache lumineuse au centre de l'écran.

Un radar détermine en même temps la distance à laquelle se trouve l'avion, distance qui est également transmise à ce dernier.

L'ensemble du matériel est d'un très faible encombrement, ce qui permet de l'installer sur une simple remorque.

Si l'on songe que le système CAA comporte au sol une installation très complexe et très coûteuse et qu'il exige trois récepteurs à bord de l'avion, il est clair que le système CSF présente, indépendamment de ses qualités de précision, des avantages économiques indiscutables, et que cette solution française est capable de rivaliser avec les solutions américaines les plus récentes.

L'appareil à perfectionner : l'altimètre

Les paragraphes qui précèdent ont fait le point de l'état actuel de la question. En ce qui concerne l'avenir, deux points s'ont à signaler.

Tout d'abord, il faut noter, pour l'atterrissage par mauvaise visibilité, l'importance de l'altitude, qui doit être connue avec précision par le pilote au début de la manœuvre, au moment de la mise en direction d'atterrissage, durant la descente et au moment de la prise de contact avec le sol.

Pour connaître cette altitude, le pilote dispose ordinairement d'un altimètre barométrique qu'il règle, en arrivant au terrain, à l'aide des renseignements qui lui sont communiqués par le sol sur la pression barométrique locale (1). Outre cette servitude gênante, l'altimètre barométrique offre le désavantage d'être un instrument de précision médiocre. C'est pourquoi un grand

pas sera fait dans la voie de la sécurité aérienne, et en particulier du radioatterrissage, lorsque les avions seront équipés d'un altimètre radioélectrique précis.

On commence à voir apparaître des appareils de ce genre et il est à signaler, en particulier, en France, la mise au point, par la Société Française Radioélectrique, de la sonde radioélectrique Avia-Sol, qui donne avec précision l'altitude de l'avion jusqu'à une hauteur de 1 500 m et qui, dans les derniers mètres de la descente, est sensible à des déviations de l'ordre du mètre.

Vers le pilotage automatique

Le deuxième point sur lequel l'avenir prochain doit apporter une innovation concerne la dernière phase de l'atterrissage, la prise de contact avec le sol.

Jusqu'ici, dans tous les systèmes, c'est au pilote qu'incombe la responsabilité de la manœuvre finale qu'il effectue en voyant le sol dans les dernières secondes à travers les dernières couches de brume. C'est pourquoi il a été exclusivement question jusqu'ici d'atterrissage par *mauvaise visibilité*. Dans les procédés envisagés pour l'avenir, et déjà expérimentés, l'atterrissage se fera absolument *sans visibilité* et même d'une façon automatique sans intervention du pilote.

Les indications reçues à bord de l'avion, au lieu d'agir sur les aiguilles d'un indicateur, commanderont directement l'installation du pilote automatique et maintiendront l'avion sur la ligne de descente convenable. Celle-ci, comme nous l'avons déjà noté, est très peu inclinée sur le sol, si bien que l'avion est presque en position « d'atterrissage de piste », et qu'il ne risque pas de capoter lorsque les roues viennent se poser sur le sol. En conséquence, il suffira de prévoir un dispositif coupant automatiquement les moteurs sous l'effet du choc produit par ce contact peu brutal pour que la phase finale de l'atterrissage se fasse sans intervention humaine et sans aucune visibilité.

Il est certain que, d'ici quelques années au maximum, c'est ainsi que se poseront tous les avions de transport et que le pilote sera réduit, sauf incidents, au rôle d'un simple surveillant de tableau de bord, en même temps que s'évanouira, sans doute, la prestigieuse auréole qui entourait naguère, aux yeux du grand public, le personnel navigant.

Henry PORRA

(1) La pression atmosphérique diminue environ de 1 mm par 10 m d'altitude. L'altimètre barométrique n'étant autre qu'un baromètre sur lequel l'échelle des pressions, fixe, est doublée d'une échelle mobile des altitudes, on le règle en faisant coïncider la graduation d'altitude 0 avec la valeur de la pression barométrique au sol, communiquée par radio. La sensibilité n'est guère inférieure à 10m.

Le professeur américain A.-H. Compton, qui fut pendant la guerre un des directeurs du « Manhattan Project » pour le développement de l'énergie atomique et la création de la bombe, a déclaré récemment, dans une conférence à la Sorbonne, que, dans dix ans, sauf empêchements politiques imprévus, toute compagnie d'électricité projetant de bâtir une centrale nouvelle devra peser très soigneusement les avantages et les inconvénients respectifs de l'uranium et de ses concurrents classiques : charbon, huiles minérales, ou énergie hydraulique.

STYLOS A BILLE

par Jean ARNAULD

Depuis l'invention du stylographe, les fabricants se sont ingénies à perfectionner les systèmes pour obtenir d'une part des plumes solides, inusables et douces à l'écriture, d'autre part un système de remplissage permettant, par une opération très simple, de garnir le stylo pour une durée aussi longue que possible. Depuis quelques mois, le stylo à plume connaît un concurrent chez lequel la plume est remplacée par une bille inusable et qui, grâce à une encre d'imprimerie très épaisse, doit pouvoir fonctionner plusieurs années sans remplissage. Il appartiendra aux usagers de décider si le stylo à bille est vraiment d'emploi plus agréable et s'il justifie les garanties de ses fabricants.

EN 1943, le Gouvernement des États-Unis passait commande aux grandes manufactures américaines de plusieurs dizaines de milliers de stylos destinés à l'armée de l'Air ; ces stylos devaient être aussi robustes que possible, et surtout ne pas présenter l'inconvénient, propre aux porte-plume réservoirs habituels, de fuir aux hautes altitudes par l'effet de la dépression atmosphérique. On se souvint alors de brevets pris en 1938 par un Hongrois, nommé Biro, au sujet de stylographes dont l'organe traceur était constitué par une petite bille tournante sertie à l'extrémité d'un tube prolongeant le corps du stylographe qui contenait une matière colorante ayant la consistance d'un liquide pâteux. Les grandes firmes américaines rivalisèrent d'efforts, tant pour l'acquisition du brevet Biro et la mise au point définitive de cette invention que pour le lancement publicitaire de leurs modèles... encore à l'étude. C'est alors qu'une firme encore peu connue, la marque Reynolds, devança ses concurrentes en lançant sur le marché un stylographe fondé sur un principe analogue. Plusieurs

grandes marques françaises et américaines ont également lancé la fabrication de stylographes à bille de type divers, tandis qu'un nouveau brevet Biro est exploité en Angleterre.

A vrai dire, l'idée du stylographe à bille n'est pas nouvelle, et un brevet américain pris en 1888, ainsi que plusieurs brevets français (Vernerd en 1924, Laforest en 1933, etc.), concernaient déjà ce principe, mais la principale difficulté résidait dans la fabrication d'une encre qui soit suffisamment épaisse pour que le stylo puisse fonctionner longtemps sans remplissage et qui, cependant, tout en séchant rapidement sur le papier, ne risque pas d'obturer l'orifice de sortie en formant une croûte qui bloquerait la bille. Après avoir étudié diverses matières colorantes, tantôt sous la forme de poudre ou de mine, tantôt sous forme de liquides plus ou moins épais et gras, les fabricants s'en sont tenus à une substance de pouvoir colorant intense (bleu de méthylène ou aniline) supportée par un lubrifiant (vaseline, glycérine ou pétrole suivant les marques) mélangé à une composition épaississante et siccatrice (dextrine), le tout formant un liquide pâteux. Au repos, seule la composante grasse baigne la bille, de sorte qu'il ne se forme aucune croûte risquant de la bloquer ; dès que la bille court sur le papier, elle tourne dans son logement, entraînant le liquide et provoquant dans le canal d'alimentation, par capillarité, une aspiration qui amène jusqu'à la bille le mélange total. Les taches sur les doigts peuvent être effacées à l'acétone ou à l'alcool à 90°.

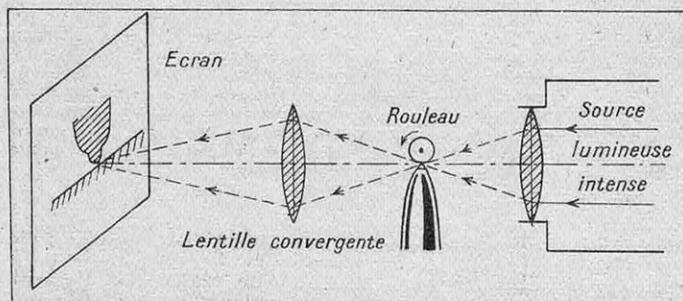


FIG. 1. — LA VÉRIFICATION DES POINTES DE STYLO APRÈS SERTISSAGE DE LA BILLE

Après sertissage de la bille, les pointes de stylo sont amenées par la main de l'ouvrier, grâce à une glissière de guidage, en un point éclairé de façon intense, afin d'obtenir sur un écran une image grossie environ cinquante fois, faisant apparaître éventuellement les défauts dans le sertissage. On peut approcher de la bille un rouleau animé d'un mouvement de rotation, pour examiner la bille pendant son mouvement.

La fabrication

La bille, en acier inoxydable ou en pierre (rubis, saphir ou agathe) dans les nouvelles fabrications françaises, de diamètre 1 mm, est sertie à l'extrémité d'une pointe en laiton avec une précision telle que le jeu ne dépasse pas quelques millièmes de millimètre. Le sertissage est vérifié par un appareil projetant sur un écran avec un for

grossissement l'image de la pointe (fig. 1). La pointe est ensuite mise en place sur le corps du stylo rempli d'encre au préalable, et, par centrifugation, l'encre est chassée vers la pointe jusqu'à ce qu'elle arrive au contact de la bille. (Dans un autre procédé de fabrication, la pointe est remplie d'encre avant d'être mise en place sur le corps du stylo). Des machines entièrement automatiques permettent actuellement de fabriquer certains de ces stylos à une cadence de plusieurs milliers par jour. D'autres machines les font écrire pendant des heures sur des bandes de papier pour en vérifier le bon fonctionnement.

Caractéristiques des stylos à bille

Les avantages de ces stylos sont, au dire des fabricants: la longueur du service sans remplissage nécessaire (deux ans de service, ou 20 000 m d'écriture), la qualité indélébile de l'encre, séchant instantanément et permettant d'écrire sous la pluie (ou même dans l'eau) et sur les matières les plus diverses, la possibilité d'écrire jusqu'à six ou huit copies par emploi de carbones et de perforer les stencils, et l'impossibilité de fuites quelles que soient les circonstances atmosphériques.

Un inconvénient résiderait dans la possibilité de relever l'écriture par simple pression et de la reporter sur un autre document, par suite du pouvoir colorant intense des encres employées. Cela serait de nature à faire proscrire la signature avec un tel stylo pour des documents importants tels que les chèques de banque.

D'autre part, les constructeurs ne sont parvenus que difficilement à obtenir une régularité parfaite de l'écoulement (surtout par temps sec et froid), et il a été nécessaire d'adjoindre un dispositif pour forcer cet écoulement en cas d'arrêt. Dans les premiers brevets Biro, l'encre était comprimée par un piston à ressort que l'on pouvait bander en tournant la tête du stylo; cependant, un brevet Biro, actuellement exploité en Angleterre, comporte un réservoir d'encre formé par un tube capillaire plusieurs fois replié sur lui-même et ne communiquant pas avec l'extérieur. Sur les stylos de marque américaine, on trouve un petit trou ménagé dans la tête du stylo et par lequel on souffle pour faire pression sur l'encre, et, sur certains stylos de marque française, un régulateur de débit à pompe (fig. 2).

Une autre marque française a résolu la question de l'écoulement d'une façon différente, en ne sertissant pas la bille, mais en la maintenant appliquée contre l'orifice de sortie par une tige mince dont la pression sur la bille est réglable, ce

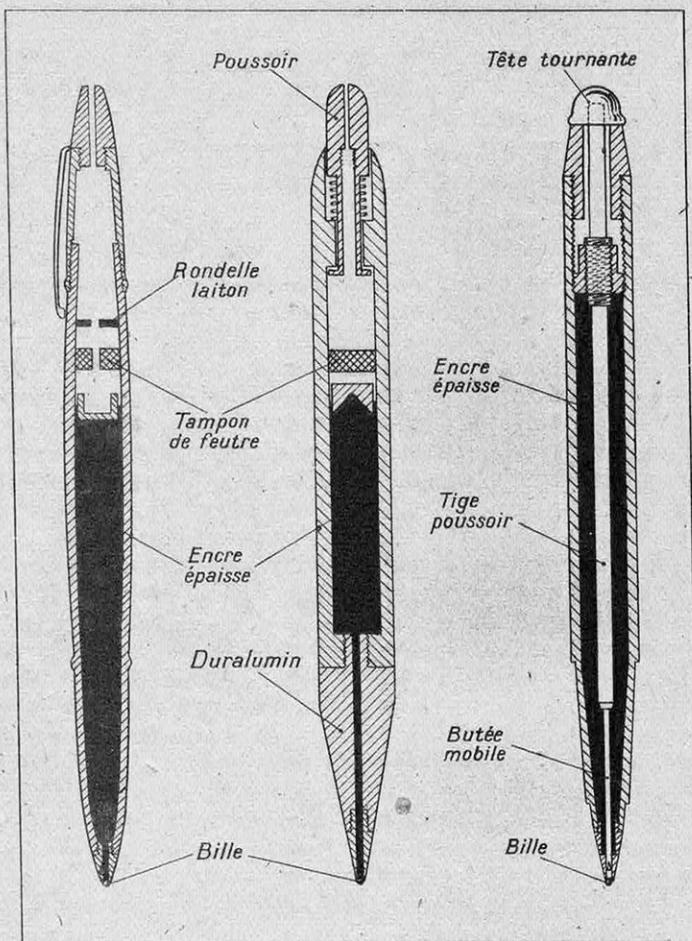


FIG. 2. — TROIS TYPES DE STYLOS A BILLE : REYNOLDS (A GAUCHE) DOUGLAS (AU MILIEU), FOR-SCRIPT (A DROITE)

Dans le stylo Reynolds, la réserve d'encre est obturée à la partie supérieure par un petit cylindre d'aluminium dont le diamètre n'est inférieur que de quelques centièmes de millimètre au diamètre intérieur du piston; l'étanchéité est, de plus, assurée par un tampon de feutre surmonté d'une rondelle de laiton; la tête du stylo est perforée d'un orifice par lequel on peut souffler, en cas d'arrêt dans l'écoulement de l'encre. — Dans le stylo Douglas, la tête du stylo est formée par un piston perforé d'un trou qui met ainsi le réservoir en communication avec la pression atmosphérique; lorsqu'on appuie sur le piston avec le pouce, on ferme cet orifice et on comprime l'air contenu au-dessus du réservoir. — Dans le stylo For-Script, la bille, au lieu d'être sertie, est appliquée contre l'orifice de sortie par une tige en acier inoxydable cannelée, tubulaire ou multifilaire suivant les modèles, qui conduit l'encre par capillarité, et dont la pression sur la bille est réglée à volonté en tournant la tête du stylo.

qui permet d'avoir une surface de contact plus étendue entre la bille et l'encre contenue à l'intérieur du stylo, et de régler l'écoulement de manière à obtenir à volonté un trait plus ou moins chargé d'encre. D'autres variantes comportent plusieurs billes servant à appliquer la bille traceuse sur son siège.

La recharge doit être exécutée en usine, sauf pour les stylos comportant une cartouche d'encre amovible. On annonce même la sortie prochaine d'un stylographe à bille à trois couleurs d'encre différentes dans le même corps de stylo.

J. ARNAULD

LA DESTRUCTION DES BOMBES NON ÉCLATÉES

par C. ROUSSEAU

Ancien élève de l'École Polytechnique

Le problème du « désobusage » date de la guerre de 1914-1918; il s'agissait surtout alors de débarrasser des obus non éclatés les régions avoisinant les champs de bataille pour les rendre à nouveau habitables, opération relativement simple sinon sans danger. L'importance énorme prise par l'aviation dans la dernière guerre a posé aux belligérants un problème de « débombage » autrement important. En 1940 et 1941, lors de l'offensive aérienne des Allemands contre l'Angleterre, la proportion de bombes qui n'éclataient pas à l'arrivée au sol était de l'ordre de 8 %; elle s'est élevée jusqu'à 20 % en 1943 et 1944, par suite de l'utilisation en plus forte proportion de fusées à très long retard. Au lendemain du bombardement anglais du 17 avril 1944 sur la gare de Noisy-le-Sec, plus de quatre cents bombes restaient non explosées; la moitié d'entre elles détonèrent spontanément avec des retards variables jusqu'à trois jours. Deux cents restèrent enfouies dans le sol et durent être détruites par les services spécialisés allemands. A la fin de 1945, les Anglais avaient neutralisé plus de cinquante mille bombes de 50 kg et plus. En 1941, il y eut, dans Londres, jusqu'à mille bombes n'ayant pas fonctionné, et cela malgré l'activité des services de débombage qui détruisirent jusqu'à neuf cents bombes en une semaine. Il s'agissait, dans la plupart des cas, de simples ratés de fusées qui ne posaient pas de problème difficile; mais les belligérants usèrent de plus en plus de bombes à retardement, de fusées à armement retardé et de fusées-pièges dont le démontage provoquait l'explosion. Les techniciens du débombage durent faire preuve d'une ingéniosité toujours en éveil, mettre en œuvre les ressources des branches les plus diverses de la science pour déjouer les ruses toujours plus sournoises de l'ennemi.

Le problème du « débombage »

Au lendemain d'un raid aérien, la présence d'une bombe non éclatée est signalée par les services de la Défense passive ou par les habitants d'un immeuble. Quelquefois, elle s'est arrêtée au cœur de l'immeuble, entre deux étages, ou dans la cave; dans ce cas, les équipes de débombage la repèrent sans difficulté; le plus souvent, elle s'est enfoncée dans le sol jusqu'à 2 m, 3 m, 5 m, quelquefois davantage, suivant la nature du sol, le calibre de la bombe et l'altitude du lancement, suivant aussi le hasard, car le trajet des bombes dans le sol est tout à fait déconcertant; il n'est pas rare qu'elles ricochent, ou même qu'elles ressortent du sol comme un poisson sort de l'eau. Quoi qu'il en soit, la bombe se signale par son orifice d'entrée dans le sol quand cet orifice ne s'est pas trouvé masqué par des décombres. La première tâche est de la dégager sans la déplacer jusqu'à ce que sa forme et les inscriptions qu'elle porte sur l'empennage, sur le corps de bombe ou sur la fusée permettent de reconnaître à quel type connu elle appartient. Tous les terrassements doivent être conduits avec de grandes précautions, car des vibrations du sol suffisent à provoquer le fonctionnement de certaines fusées. Très souvent, le chef artificier sondera le sol, et, comme il est important de connaître le plus tôt possible si la bombe contient ou non un mouve-

ment d'horlogerie, il écoutera fréquemment à l'aide du microphone spécial dont il dispose; dans les services anglais, cet appareil se fixe sur le corps de la bombe au moyen d'un aimant et permet de suivre à distance tous les bruits qui se produisent à l'intérieur de la bombe.

Lorsque l'artificier aura reconnu la présence d'un mouvement d'horlogerie en marche, il retirera son personnel et, sauf ordres particuliers contraires, attendra quatre-vingts heures avant de reprendre les opérations. Après ce laps de temps, la bombe aura détoné ou son mouvement sera arrêté; nous dirons plus loin comment on traite les fusées à mouvement d'horlogerie quand il est très important d'empêcher la bombe de détoner, en raison des destructions que l'explosion pourrait provoquer dans le voisinage.

Lorsque la bombe a été dégagée, que les types des fusées qu'elle porte ont été reconnus, le traitement à lui appliquer peut être déterminé; il dépend d'un grand nombre de considérations qu'il serait sans grand intérêt d'exposer ici; les cours que l'officier artificier a suivis lui dicteront dans la plupart des cas la conduite à tenir.

Disons seulement qu'en général :

— les bombes d'un poids inférieur à 10 kg seront détruites sur place en faisant détoner à leur contact un pétard contenant entre 300 g et 1 kg d'explosif que l'on allumera par mèche lente ou à l'aide d'un allumeur électrique. Les destructions qu'elles sont susceptibles de

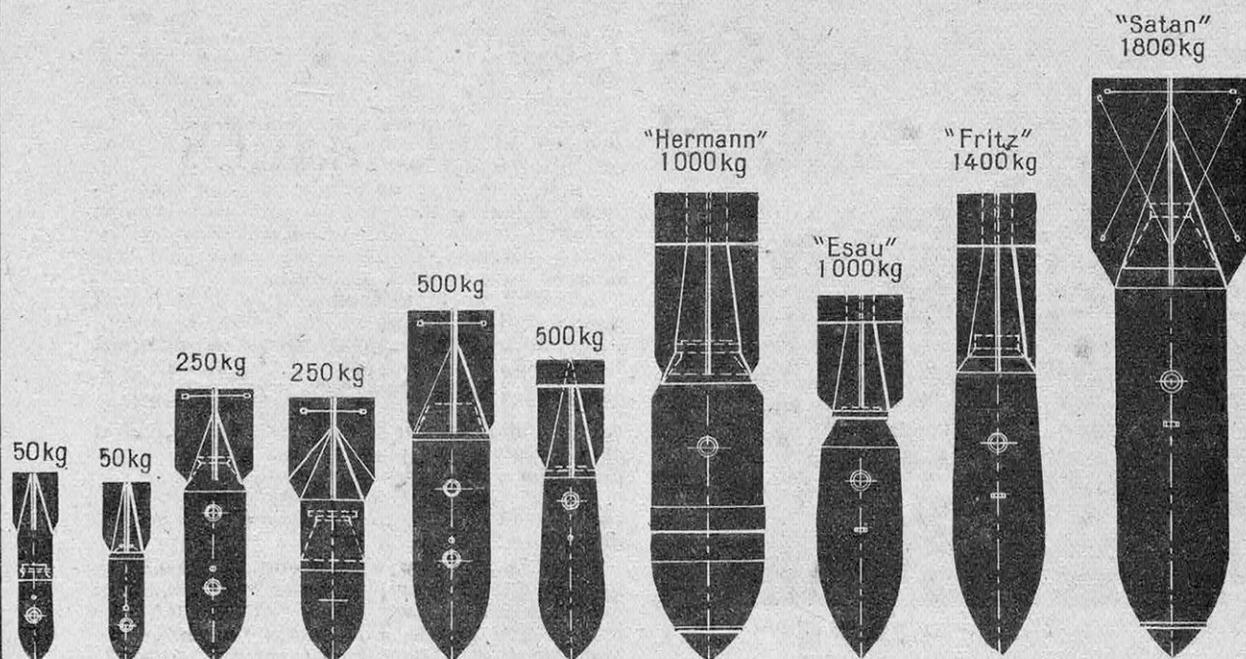


FIG. 1. — LES DIFFÉRENTS TYPES DE BOMBES LANCÉES COURAMMENT PAR L'AVIATION ALLEMANDE

Toutes ces bombes ont été dessinées à l'échelle, la plus petite ayant 72 cm de haut environ, et la plus grande 2,63 m (sans l'empennage). Les unes sont à parois minces, les autres à parois épaisses, celles-ci reconnaissables à leurs dimensions moindres pour un poids égal. Les cercles blancs indiquent l'emplacement des fusées.

provoquer ne sont pas graves et, d'autre part, les fusées qui les arment sont particulièrement sensibles;

— les bombes d'un poids supérieur seront transportées sur un terrain de destruction éloigné de tout endroit habité; là, des pétards les feront exploser, à moins qu'il ne paraisse préférable de les décharger en fondant leur explosif sous un jet de vapeur, ou plus simplement en allumant un feu de bois sous la bombe après avoir ouvert dans le corps un orifice suffisant à la partie la plus basse. La chaleur dégagée fait fondre l'explosif qui s'écoule et brûle à l'air libre; il est rare qu'une détonation se produise. Bien entendu, avant de déplacer la bombe, le chef artificier aura enlevé, ou, à défaut, neutralisé toutes les fusées dont elle était armée; la neutralisation des fusées a posé des problèmes curieux auxquels les laboratoires ont trouvé des solutions

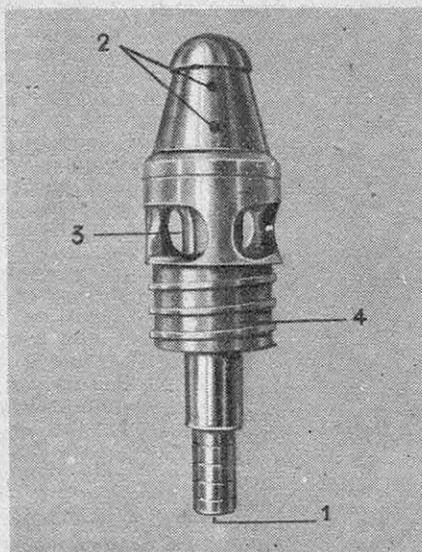


FIG. 2. — INJECTEUR DE VAPEUR DES APPAREILS A VIDER LES BOMBES DE LEUR EXPLOSIF

La vapeur arrive par 1 et sort par les événements 2 dont l'inclinaison provoque la rotation de la tête mobile de l'injecteur. L'explosif émulsionné et l'eau condensée sont évacués par les orifices 3; un tuyau de caoutchouc fixé en 4 conduit les matières à évacuer jusqu'à des bacs de décantation.

ingénieuses que nous exposerons plus loin.

La méthode anglaise

Signalons que les Anglais avaient mis au point un appareillage qui leur permettait de traiter rapidement les plus grosses bombes à leur point de chute, sans même enlever leurs fusées, et cela avec des risques assez faibles. Le principe est le suivant: les fusées que comporte la bombe sont d'abord neutralisées, chacune par la méthode qui lui est particulière; un « trépaneur » est ensuite mis en place sur le corps de bombe et ouvre dans la paroi deux orifices circulaires voisins. Le trépaneur est alors remplacé par un injecteur de vapeur qui s'enfonce par l'un des orifices; l'explosif fondu ou dissous est entraîné par l'eau provenant de la vapeur condensée et s'écoule par l'autre orifice; il s'agit dans la plupart des cas de trinitrotoluène ou tolite (TNT des bombes américaines) qui fond à 80° C, ou

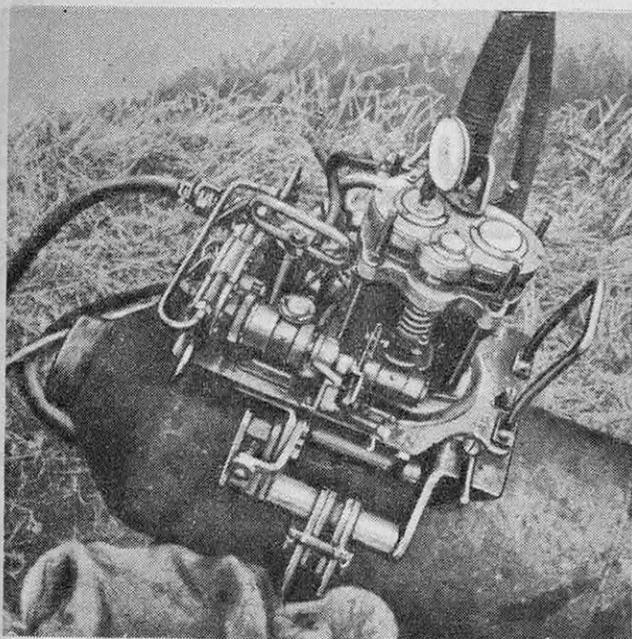


FIG. 3. — LA PREMIÈRE RÉALISATION DE L'APPAREIL A TRÉPANNER LES BOMBES ET A LES VIDER A LA VAPEUR

La machine, mue à la vapeur, possède deux trépan, perceant deux trous adjacents, l'un de 37 mm de diamètre, l'autre de 9 mm. Lorsque les trous sont percés, les trépan se retirent et un injecteur de vapeur est introduit. L'explosif émulsionné est évacué par un tuyau de caoutchouc qui le décharge à quelques mètres de là. Toutes les opérations sont automatiques.

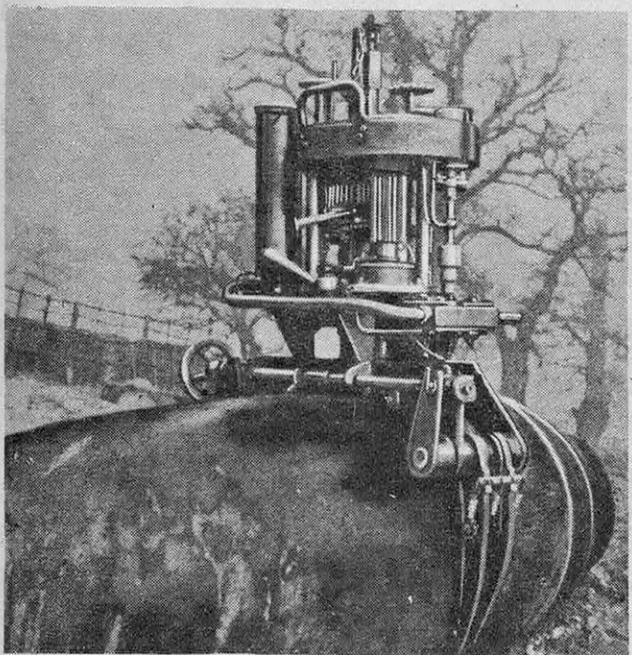


FIG. 4. — LE TRÉPANEUR « STELNA » SUR UNE BOMBE DE 1 400 KG

d'amatol (bombes allemandes et anglaises), mélange de tolite, facilement fusible, et de nitrate d'ammoniaque très soluble dans l'eau. L'explosif émulsionné dans l'eau est recueilli dans des bacs, puis détruit ou quelquefois récupéré. Les deux opérations, trépanage et injection de vapeur, sont commandées à une distance suffisante pour que la vie des opérateurs ne soit pas exposée inutilement.

Lorsque le corps de bombe est bien vidé, les fusées et leurs gaines sont détruites dans le corps de bombe même, à l'aide de pétards convenables; puis la carcasse complètement inerte peut être enlevée sans aucune précaution.

L'intérêt de la méthode réside dans le fait qu'elle évite le transport de l'engin dangereux jusqu'au terrain de destruction; le transport fait en effet courir un danger réel aux populations des régions traversées, car il est difficile d'écarter avec certitude tous les civils du parcours utilisé, et une explosion à la suite d'un choc fortuit est toujours possible, même lorsque la bombe a été débarrassée de ses fusées.

Les services anglais de débombage ont utilisé trois variantes de l'appareillage que nous venons de décrire.

Dans la première version (fig. 3), réalisée à cent cinquante exemplaires par la *Metropolitan Vickers Electrical Company*, en collaboration avec le *National Physical Laboratory*, l'ensemble des appareils était transporté par un camion de 3 t. La vapeur, fournie par une chaudière chauffée à l'huile lourde, actionnait d'abord le trépan par l'intermédiaire d'un tuyau de caoutchouc de 60 m environ; la vapeur, qui entraînait avec elle de l'eau savonneuse, servait de lubrifiant et empêchait l'échauffement de l'outil; les deux trous étaient percés en moins de huit minutes, dans les parois minces (jusqu'à 8 mm d'épaisseur), seules justiciables de cet appareillage.

L'évacuation de l'explosif durait plusieurs heures (quatre heures pour la bombe allemande de 500 kg); l'injecteur (fig. 2) pénétrait automatiquement dans le corps de bombe au fur et à mesure de la disparition de l'explosif.

Une deuxième version, connue sous le nom de « Stelna » (fig. 4), permettait de traiter les bombes à parois plus épaisses, jusqu'à 5 cm, dans lesquelles le trépan perceait une ouverture de 7,5 cm de diamètre; l'injecteur de vapeur était capable d'évacuer 4 kg de tolite par minute. Certaines variantes destinées à la neutralisation des mines marines magnétiques ont été réalisées entièrement en métaux non magnétiques.

Dans une troisième version (fig. 5), réalisée par Pass and Co, l'énergie nécessaire au trépan était fournie par une batterie d'accumulateurs alimentant un moteur de trois quarts de cheval; le trépan (fig. 5), constitué par une scie cylindrique à six dents, pouvait percer un trou de 11 cm de diamètre dans une paroi de 6 cm d'épaisseur; la bombe allemande de 1 800 kg était trépanée en dix minutes environ.

La neutralisation des fusées

La fusée d'une bombe est l'appareillage qui doit provoquer son éclatement; elle comprend essentiellement :

- un dispositif (mécanique, électrique, chimique) qui, au moment choisi à l'avance par l'aviateur, allumera une petite « amorce » de fulminate de mercure;
- des explosifs plus ou moins sensibles, convenablement choisis et disposés en chaîne

pour transmettre la faible détonation de la petite amorce jusqu'à la masse d'explosif relativement inerte que contient la bombe; la chaîne comprend presque toujours un « détonateur » contenant quelques grammes de fulminate de mercure ou d'azoture de plomb.

Les procédés de neutralisation des fusées sont exactement adaptés au fonctionnement de celles-ci; pour les exposer, nous devons nécessairement commencer par décrire la fusée à laquelle le procédé s'applique; voici quelques-unes des réalisations les plus fréquemment utilisées ou les plus curieuses.

La fusée allemande type 15

Presque toutes les bombes allemandes étaient armées de fusées électriques Rheinmetall, logées dans une poche ou « gaine » perpendiculaire à l'axe de la bombe; leur fonctionnement est le suivant:

A l'instant où il lâche la bombe, l'aviateur charge un condensateur contenu dans la fusée (fig. 6), à l'aide d'une batterie d'accumulateurs reliée à la tête de fusée par un conducteur souple, ou un bras télescopique, qui abandonnera de lui-même la tête de fusée après quelques mètres de chute. Pendant la chute de la bombe, le condensateur « de charge » se décharge dans un second condensateur que nous appellerons « de mise de feu »; une résistance convenable retarde le moment où le condensateur de mise de feu est chargé; la fusée est alors « armée », c'est-à-dire prête à fonctionner. Il suffira pour cela que la décharge du condensateur de mise de feu traverse une amorce électrique qu'elle enflammera; l'interrupteur qui permettra la décharge est constitué par un cylindre conducteur dans l'axe duquel une petite bille de métal est maintenue, supportée par un fil d'acier très flexible à la manière d'un battant de cloché. Au moindre choc, en particulier à l'arrivée de la bombe au sol, la bille s'écarte de sa position d'équilibre et vient toucher la paroi du cylindre; c'est ce contact qui ferme le circuit de décharge du condensateur de mise de feu.

L'explication que nous donnons ainsi est très schématisée; en réalité, la tête de la fusée Rheinmetall comporte deux plots et plusieurs circuits de décharge qui permettent à l'aviateur de choisir dans une certaine mesure le « temps d'armement » (temps que met le condensateur de charge à charger le condensateur de mise de feu) et le « retard » (temps qui s'écoule entre la décharge du condensateur de mise de feu et l'éclatement de la bombe). Dans la fusée 15 (fig. 7), le retard est obtenu par l'interposition, entre l'amorce électrique et le détonateur, d'un comprimé de poudre noire qui met un certain temps à brûler. Les retards de cette nature sont de quelques secondes seulement; si, passé ce délai, la bombe n'a pas éclaté, c'est que sa fusée présentait une déféctuosité qui a provoqué le raté. Elle est en principe peu dangereuse; toutefois, avant de l'extraire du corps de bombe, l'artificier s'assurera que le condensateur de mise de feu est déchargé, en établissant le contact pendant quelques minutes entre les plots portés par la tête de fusée et le corps de bombe. Pour ce faire, les services anglais disposèrent un moment d'un appareil très simple, le *Two-Pin Plug Discharger*, permettant d'enfoncer simultanément les deux plots de chargement pour mettre à la masse tous les condensateurs de

la fusée. Cet appareil dut être retiré parce qu'il provoquait le fonctionnement de la fusée 50 que nous allons décrire.

La fusée allemande type 50

Le circuit électrique de la fusée 50 ressemble beaucoup à celui de la fusée 15, mais la résistance interposée entre les deux condensateurs est si grande que le temps d'armement dure plusieurs minutes; il est plus long que le temps de chute de la bombe, de telle sorte que la fusée ne fonctionne pas à l'arrivée au sol, le condensateur de mise de feu n'étant pas encore suffisamment chargé; la charge continue après l'arrêt de la bombe dans le sol. Celle-ci détonera alors au moindre choc.

On pourrait penser qu'il suffit, pour la neutraliser, de mettre les condensateurs à la masse en enfonçant les plots de la tête de fusée, comme on le fait pour la fusée 15; mais les Allemands, pour interdire cette manœuvre, ont disposé sur le circuit de mise de feu un interrupteur qui se ferme lorsqu'on enfonce les plots de charge et provoque ainsi l'explosion. Les services anglais imaginèrent alors de décharger les condensateurs sans enfoncer les plots de charge; la tête de fusée n'est pas rigoureusement étanche; tout autour des plots de charge, en particulier, il est possible d'injecter sous pression un fluide conducteur qui, en mouillant le polystyrène des parois, provoque en quelques minutes la décharge des condensateurs. Après des essais nombreux, le liquide retenu a été un mélange d'alcool, de benzine et de sel; une pompe à bicyclette suffisait pour établir la pression d'injection. Tout l'appareillage, connu sous le nom de *B. D. Discharger*, tenait dans une petite valise (fig. 8).

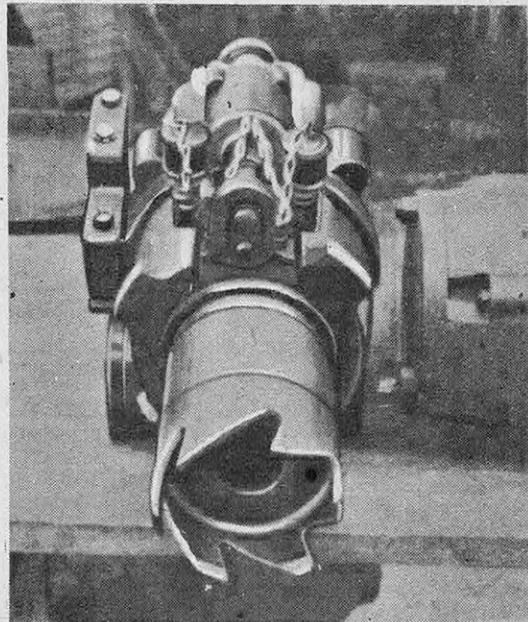


FIG. 5. — SCIE CYLINDRIQUE DU TRÉPAN POUR GROSSES BOMBES

Cette scie en acier à 12 % de tungstène tourne à 55 tours par minute et peut être mue par l'électricité ou par la vapeur (*Pass and Cy*).

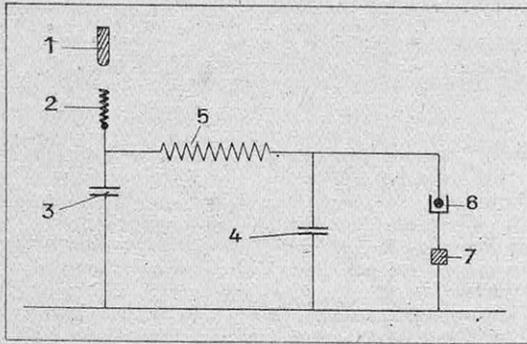


FIG. 6. — PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DES FUSÉES RHEINMETALL

Au moment du lancement de la bombe, le plot de chargement 1 écrase son ressort 2 et transmet au condensateur de charge 3 la charge d'une batterie de 250 V. Pendant la chute de la bombe, le condensateur charge le condensateur de mise de feu 4 à travers une résistance 5 assez importante pour retarder de plusieurs secondes le moment où le condensateur de mise de feu sera chargé. Le choc de la bombe à l'arrivée au sol fait vibrer l'interrupteur 6 constitué par une masselotte maintenue par un fil d'acier flexible dans l'axe d'un cylindre conducteur; la masselotte vient au contact de la paroi du cylindre à la manière du battant d'une cloche et le circuit de décharge du condensateur de mise de feu se trouve fermé; la décharge allume une amorce électrique 7 qui provoque la détonation de l'explosif.

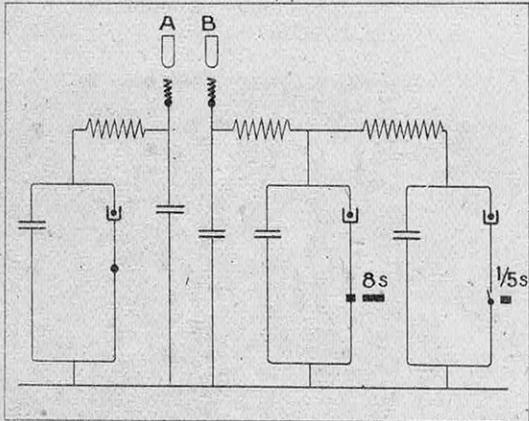


FIG. 7. — SCHÉMA DE LA FUSÉE RHEINMETALL TYPE 15

Le plot A charge le condensateur d'un circuit dont le temps d'armement est de 8 secondes et dont le fonctionnement à l'arrivée au sol est instantané, c'est-à-dire que l'amorce électrique fait détoner la bombe sans interposition de « retard » de poudre noire. Le plot B charge deux circuits: l'un dont le temps d'armement est de 2 s et le retard de poudre noire de 8 s; l'autre dont le temps d'armement est de 8 s et le retard de poudre noire de 1/5 de seconde. L'aviateur peut à volonté soit charger les deux plots simultanément et, dans ce cas, c'est le circuit du plot A qui fait détoner la bombe (à moins d'un raté), soit charger le plot B seul; dans ce cas, l'explosion se produit en principe 1/5 de seconde après l'arrivée de la bombe au sol grâce au premier circuit; s'il y a raté de ce circuit, la bombe explosera avec un retard de 8 s grâce au deuxième circuit. On voit que, dans tous les cas, le temps qui s'écoule entre le lancement de la bombe et l'explosion est d'au moins 8 s, délai qui donne à l'avion le temps de s'éloigner du lieu de l'explosion.

Comme il permettait de neutraliser la fusée 15 aussi bien que la fusée 50, l'emploi du *Two-Pin Plug Discharger* a été proscrit, en raison des accidents qu'il pouvait provoquer lorsqu'il était employé par erreur sur une fusée 50.

La fusée allemande type 17

La fusée 50 vient de nous donner un exemple de fusée-piège dont l'ennemi a cherché à rendre la neutralisation difficile, afin de créer un danger permanent qui démoralise la population civile.

La fusée 17 cherchait à atteindre le même but par des moyens différents.

Un circuit électrique analogue à celui que nous avons décrit pour la fusée 15 provoque, à l'arrivée au sol de la bombe, l'allumage d'une pastille de thermitite dont la combustion fait fondre une boulette de cire. Un mouvement d'horlogerie, dont le balancier était retenu par cette boule de cire, se met alors en marche; il provoquera l'explosion de la bombe après un temps variable, qui peut atteindre quatre-vingts heures. La fusée n'est pas sensible au choc; il suffirait donc, pour neutraliser la bombe, d'extraire la fusée de sa gaine avant que le mouvement d'horlogerie ne la fasse détoner.

Pour interdire cette opération, les Allemands ont placé sous le mouvement d'horlogerie un dispositif mécanique connu sous le nom de *Zus 40* (fig. 9), qui provoque l'explosion quand on tente d'extraire la fusée de sa gaine. C'est essentiellement un percuteur que le corps de la fusée maintient séparé de l'amorce qu'il doit frapper; que l'on souleève le corps de fusée de quelques centimètres, et le percuteur libéré est projeté sur l'amorce par son ressort.

La première préoccupation de l'artificier qui rencontre une fusée 17 dont le microphone lui fait entendre le tic tac est évidemment d'arrêter ce mouvement d'horlogerie menaçant et d'obtenir ainsi tout au moins un répit. Mais le mouvement est profondément enfoncé sous la fusée que le *Zus 40* interdit de soulever. La première pensée des ingénieurs anglais a été d'immobiliser le balancier au moyen d'un champ magnétique; ils y parvinrent rapidement en utilisant un électroaimant puissant. Dans une première solution, une batterie d'accumulateurs fournissait, pendant quelques secondes, un courant de 200 A; la montre s'arrêtait, mais un choc pouvait la remettre en marche. Des améliorations techniques permirent d'obtenir le même résultat avec 25 A seulement, que l'on pouvait appliquer pendant trente minutes; ce temps était suffisant pour trépaner la bombe tout autour de la gaine de la fusée ainsi que la paroi opposée et, en poussant par ce dernier trou, extraire la gaine toute entière avec le mouvement d'horlogerie et le *Zus 40* (fig. 10). L'appareil réalisé rendit quelques services; il permit en particulier d'obtenir les fusées 17 et les *Zus 40* nécessaires aux études. Mais la méthode était médiocre. Les Allemands utilisèrent bientôt des montres à balancier non magnétique; l'arrêt était encore possible en agissant sur les axes en acier des engrenages dont les frottements étaient beaucoup augmentés par le champ magnétique; mais il fallait utiliser des électroaimants plus puissants. D'autre part, l'épaisseur de la paroi des bombes avait une grande importance et, pour arrêter les fusées 17 qui armaient quelquefois les bombes de perforation, il fallut accroître encore la puissance des aimants.

Une solution plus élégante fut trouvée dans

une autre voie. L'eau sucrée suffisamment concentrée (20 g de sucre pour 100 g d'eau), injectée dans le corps de fusée, arrête le balancier ; l'injection se faisait en soulevant légèrement la fusée (d'une hauteur insuffisante pour libérer le percuteur du *Zus 40*). Pour permettre à la liqueur sucrée de pénétrer convenablement dans la gaine, il était indispensable d'y réaliser au préalable un vide partiel, puis d'injecter le liquide sous la pression produite par une pompe à bicyclette.

La marche de l'opération (écoulement du liquide dans la fusée, arrêt progressif du mouvement d'horlogerie) est contrôlée commodément à l'aide du microphone.

L'appareil *Stevens* qui réalise toutes ces opérations tient dans une valise.

La fusée 17 étant neutralisée, la bombe peut être trépanée et vidée sur place, ou transportée jusqu'à un terrain de destruction.

Après la mise en service de l'appareil *Stevens*, on s'aperçut que le liquide injecté pénétrait également dans le mécanisme du *Zus 40* ; on imagina alors d'injecter, au lieu d'eau sucrée, des liquides très visqueux, puis des liquides susceptibles de se coaguler dans certaines conditions ; le percuteur étant ainsi immobilisé, il fut possible d'extraire la fusée sans provoquer son fonctionnement.

La même méthode fut appliquée par les Anglais à leurs propres fusées, comme on va le voir.

Fusée anglaise de culot à retardement et à piège (type 37)

En septembre 1943, il apparut, à la suite des

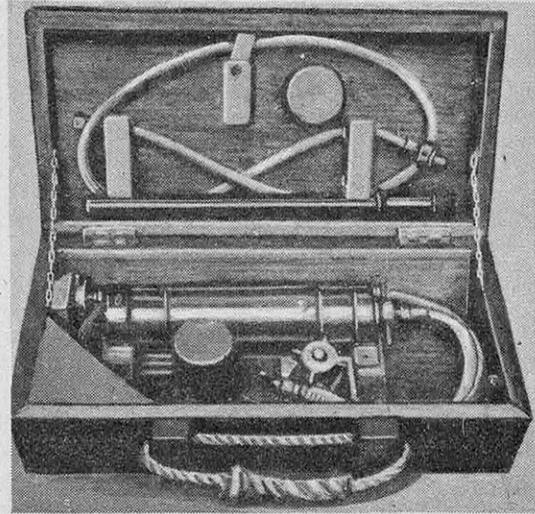


FIG. 8. — L'APPAREILLAGE BRITANNIQUE « B. D. DISCHARGER » POUR LA NEUTRALISATION DE LA FUSÉE ALLEMANDE TYPE 50

Cet appareillage comporte essentiellement une pompe à bicyclette qui injecte dans la fusée un mélange d'alcool, de benzine et de sel, insuffisamment conducteur pour fermer le circuit de l'interrupteur de mise de feu, mais capable cependant de décharger en 30 mn le condensateur.

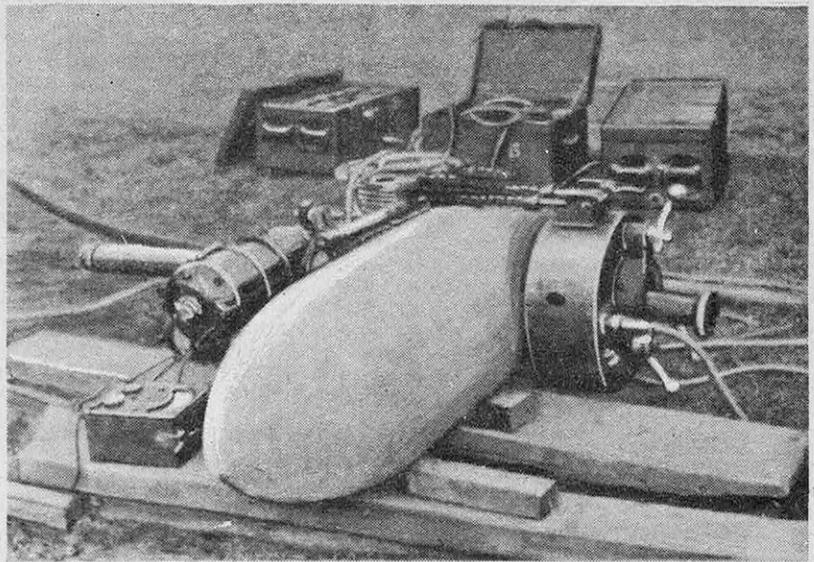
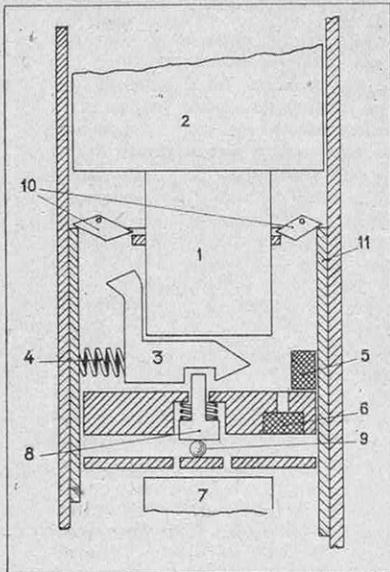


FIG. 9 ET 10. — COMMENT AGIT LE PIÈGE « ZUS 40 » ET COMMENT ON A PU L'EXTRAIRE D'UNE BOMBE POUR EN ÉTUDIER LE FONCTIONNEMENT

Le « *Zus 40* » se place sous le détonateur 1 du mouvement d'horlogerie 2. Il comprend essentiellement un percuteur 3, un ressort de percuteur 4 et une amorce 5. Lorsqu'on tente de retirer le mouvement d'horlogerie et son détonateur, le percuteur est libéré et projeté sur l'amorce par son ressort ; l'amorce enflamme le relais de poudre 6 et le feu est transmis au détonateur principal 7. Le percuteur est retenu également par un bonhomme à ressort 8, qui assure une sécurité de montage et de transport. Lorsque la bombe arrive au sol, le choc fait tomber la bille 9, le bonhomme s'efface et le percuteur ne sera plus désormais maintenu que par le corps du détonateur 1. Deux couteaux oscillants 10 obligent le corps 11 du « *Zus 40* » à rester en place lorsqu'on retire le mouvement d'horlogerie et son détonateur. La figure de droite montre l'opération d'extraction simultanée de la fusée et de son piège. Un électroaimant puissant, percé d'un trou, maintient à l'arrêt le mouvement d'horlogerie de la fusée, pendant qu'on trépane la bombe en deux endroits opposés diamétralement, dans l'axe de la fusée. Un poussoir manœuvré électriquement chasse l'ensemble de la fusée et de son piège, que l'on voit ici émerger à travers le trou central de l'électroaimant.

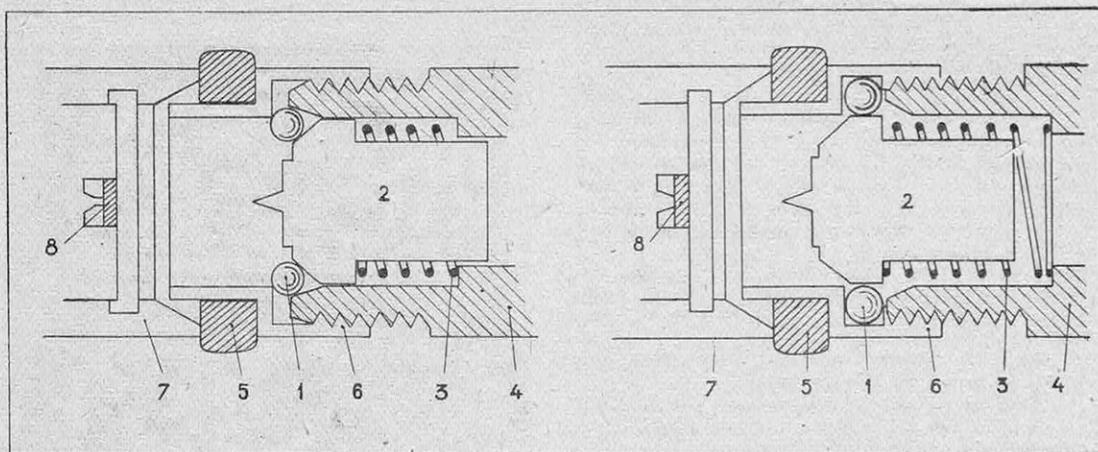


FIG. 11. — PIÈGE DE LA FUSÉE ANGLAISE 37

Une couronne de billes 1 retient un percuteur 2 sur lequel s'exerce l'action d'un ressort 3. Lorsqu'on tente de dévisser la fusée 4, l'anneau de caoutchouc 5 rend la pièce 6 solidaire du porte-amorce 7, de telle sorte que c'est la queue de fusée 4 qui s'écarte, offrant aux billes une logement où elles viennent s'effacer. Le percuteur libéré est projeté sur l'amorce 8, et la bombe explose.

bombardements de Modane et de Montluçon, que les Anglais utilisaient une proportion assez forte de bombes armées de fusées à long retard, qui rataient fréquemment. A Noisy-le-Sec, deux cents bombes restèrent dans le sol non explosées ; elles étaient armées de la fusée type 37, à long retard, munie d'un piège qui en interdisait le dévissage. Le fonctionnement est le suivant : une ampoule d'acétone est brisée pendant la chute de la bombe par une vis entraînée par une hélice ; l'acétone se répand dans la fusée et vient dissoudre une pastille en celluloid qui retient le percuteur ; le retard au fonctionnement varie entre quelques minutes et plusieurs jours.

Le piège (fig. 11) est analogue à celui du *Zus 40*. Le percuteur est séparé de son amorce par des billes immobilisées lorsque la fusée est vissée à fond ; il suffit de la dévisser d'un demi-tour pour que les billes s'échappent et que le percuteur soit lancé sur l'amorce par son ressort. Comme le ressort du percuteur s'appuie sur la tête de fusée, on conçoit que, si l'on parvenait à retirer celle-ci très rapidement, le ressort n'aurait plus la force de projeter le percuteur assez vigoureusement pour faire fonctionner l'amorce.

Les services allemands de débombage réalisèrent à partir de cette idée un appareil dévissant la fusée avec une très grande rapidité ; c'était en l'espèce une turbine (fig. 12) actionnée par la combustion de pains de poudre noire ; la mise de feu se faisait électriquement, à distance, de telle sorte que le personnel ne courait aucun danger. Il semble que les Allemands utilisèrent ce procédé avec succès ; les services français qui copièrent la méthode allemande éprouvèrent quelques difficultés à réaliser des pains de poudre noire d'une densité suffisante. Les pains insuffisamment comprimés détonaient au lieu de brûler, projetant le couvercle de l'appareil.

Les services américains réalisèrent, à partir de la même idée, un tourniquet actionné par la combustion de cordite ; la vitesse de rotation atteignait cinq cents tours par seconde et la

fusée était dévissée en un centième de seconde. Plusieurs centaines de bombes subsistaient qui après la libération, furent désamorçées par ces procédés sans qu'il se produisit une seule explosion.

Il est assez curieux de remarquer que les services de la Royal Air Force eurent à résoudre le même problème. En effet, il arrivait quelquefois que les bombardiers anglais rentrassent au terrain avec leurs bombes, et, comme la fusée 37 ne comporte pas de sécurité, les artificiers se trouvaient dans l'impossibilité de désarmer les bombes, puisque le dévissage de la fusée provoque son fonctionnement. C'est vers l'injection de liquides que les ingénieurs orientèrent leurs recherches à partir de l'appareil Stevens dont l'eau simplement sucrée immobilisait les mouvements d'horlogerie ; il s'agissait, cette fois, d'immobiliser le percuteur pendant le dévissage, malgré la puissance de son ressort. On utilisa une résine urée-formol peu polymérisée dont l'acide chlorhydrique provoque la coagulation en quelques minutes ; la résine est soluble dans l'eau ; juste avant l'utilisation, on ajoute une quantité convenable d'acide chlorhydrique et l'on injecte aussitôt (fig. 13) par un canal percé au préalable dans la tête de gaine ; au bout d'une demi-heure, la résine est prise en masse et l'on peut dévisser la fusée sans danger, le percuteur est immobilisé.

Après la libération, les Anglais tentèrent d'utiliser le procédé du tourniquet à poudre pour dévisser leur fusée 37, mais ils ne réussirent pas à empêcher les fonctionnements. La raison en est vraisemblablement la suivante : dans les fusées qu'ils traitaient, l'ampoule d'acétone n'avait pas été brisée, de telle sorte que le mouvement du percuteur, après l'effacement des billes, était très rapide. Dans les bombes trouvées en France, au contraire, la solution de celluloid dans l'acétone avait envahi le corps de fusée ; le mouvement du percuteur était suffisamment freiné pour que le dévissage fût possible, même avec le tourniquet français dont la vitesse de rotation n'était guère que cinquante tours par seconde.

La fusée allemande type 57

Les Allemands utilisèrent quelquefois une fusée 57 à retard chimique acétone-celluloïd, dans laquelle le piège est analogue au *Zus 40*, compliqué par l'addition d'un ressort puissant qui éjecte brutalement la fusée quand on commet l'imprudence de dévisser la bague qui la maintient en place ; l'appareil Stevens n'était pas utilisable, puisqu'il oblige l'opérateur à soulever légèrement la fusée pour injecter le liquide. Un mode opératoire analogue fut mis au point rapidement (fig. 14) ; en dévissant l'une des trois vis qui fixent le couvercle de la fusée sur son corps, on put ouvrir un passage suffisant pour permettre l'injection de liquide dans le corps de gaine et dans le piège ; l'emploi de résine urée-formol permet de bloquer le ressort d'éjection de la fusée et d'extraire ensuite celle-ci sans danger.

La fusée allemande 50 B ou Y

En janvier 1943, un officier artificier adressa aux services de débombage anglais une fusée qu'il avait extraite à la main, croyant avoir affaire à une fusée 15 ordinaire, mais qui lui semblait être d'une conception nouvelle. Elle contenait une partie électrique du type *Rheinmetall Standard* qui, à l'arrivée au sol, allumait une pastille de thermitite, comme dans la fusée 17, et fondait une boulette de cire. En fondant, la boulette de cire fermait un circuit électrique comprenant deux piles sèches de 1,5 V, une amorce électrique, un contacteur à trembleur ordinaire et trois contacteurs à mercure montés en parallèle ; chacun d'eux était constitué par un tube de verre circulaire contenant un peu

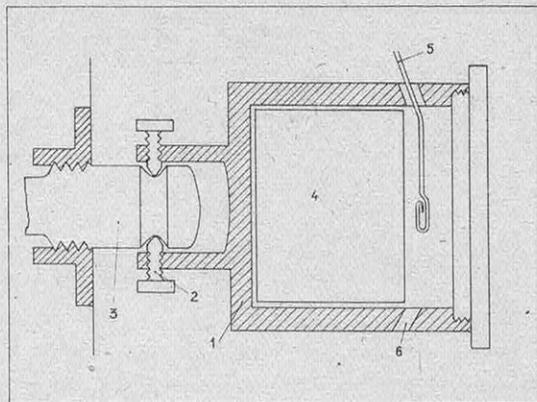


FIG. 12. — TOURNIQUET A POUDDRE EN PLACE SUR LA FUSÉE ANGLAISE DE CULOT A RETARDEMENT ET A PIÈGE

Le tourniquet 1 est serré par des vis 2 sur la tête de fusée, un pain de poudre noire 4 est allumé à distance au moyen d'une mèche 5 ou d'une amorce électrique. Les gaz provenant de la combustion s'échappent par les événements 6 et provoquent la rotation rapide du tourniquet : 40 tours par seconde environ.

de mercure, susceptible d'établir le contact entre deux électrodes à l'intérieur du tube. Comme les trois tubes étaient placés dans trois plans rectangulaires, il suffisait d'un mouvement quelconque de la bombe ou de la fusée pour fermer le circuit et provoquer la détonation.

L'officier artificier devait la vie au fait que les condensateurs *Rheinmetall* de la fusée n'avaient pas été chargés au moment du lancement de la bombe, par suite d'un mauvais fonctionnement du lance-bombe.

Un examen radiographique des bombes non éclatées lancées à la même époque montra que seize d'entre elles étaient armées de la fusée 50 B ; le piège électrique qu'elles contenaient n'était justiciable d'aucune des méthodes appliquées jusque-là. La solution fut trouvée dans une autre voie ; on savait qu'à basse température la résistance intérieure des piles sèches augmente dans de telles proportions que le courant qu'elles sont capables de débiter devient pratiquement nul. Les Anglais utilisèrent d'abord l'air liquide, qu'on versait pendant deux heures sur la tête de la fusée, par des moyens de fortune. Le procédé réussit ; le circuit pouvait être fermé sans que fonctionnât l'amorce électrique. Comme le maniement de l'air liquide était incommode, on utilisa par la suite un mélange de neige-carbonique et de méthanol (alcool méthylique) qui sont tous deux faciles à conserver et à transporter ; le mélange était

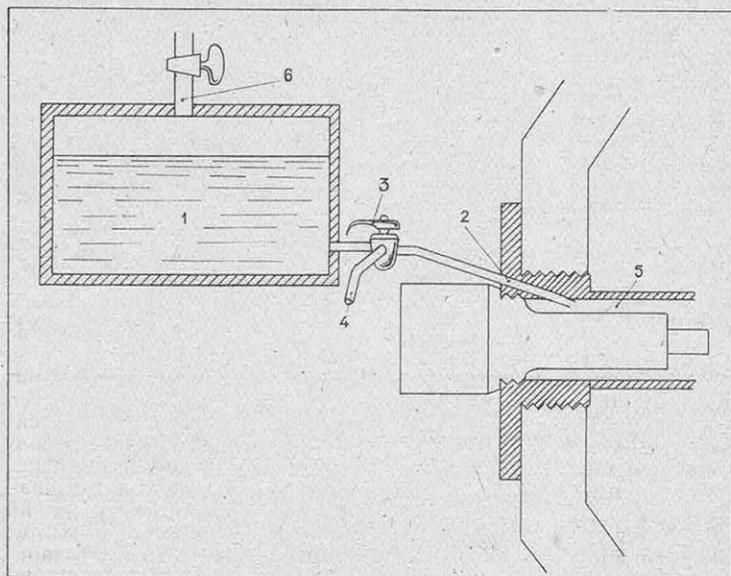


FIG. 13. — APPAREILLAGE ANGLAIS POUR LA NEUTRALISATION DE LA FUSÉE 37 A RETARDEMENT ET A PIÈGE

Le réservoir 1 contient une solution très fraîche d'une résine urée-formol à laquelle un peu d'acide chlorhydrique a été ajouté. Par l'orifice 2, le robinet à trois voies 3 et le tuyau 4, on réalise un vide partiel dans le corps de l'engin 5. Puis on injecte la solution en manœuvrant le robinet ; une pression exercée par la tuyauterie 6 accélère et améliore le remplissage. Après une demi-heure, la résine solidifiée immobilise le percuteur et la fusée peut être dévissée sans que le piège fonctionne.

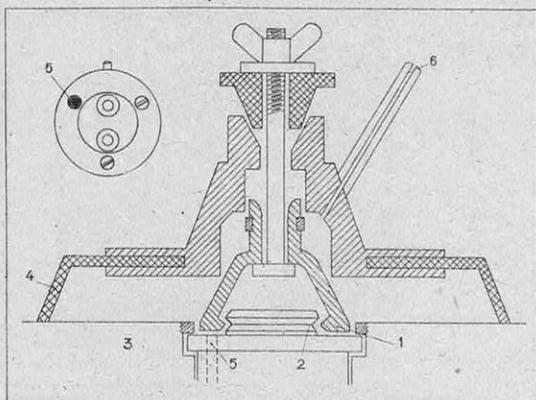


FIG. 14. — APPAREIL ANGLAIS POUR LA NEUTRALISATION DE LA FUSÉE ALLEMANDE TYPE 57

Une griffe 1, prenant son appui sur la gorge que présente la tête de la fusée 2, permet de serrer contre le corps de la bombe 3 un anneau en caoutchouc 4. Au préalable, une des vis 5 de fixation du chapeau de fusée a été enlevée pour ouvrir un accès vers l'intérieur du corps de fusée et dans la gaine un vide partiel; puis on injecte sous pression une solution de résine urée-formol additionnée d'acide chlorhydrique, qui se solidifie en une demi-heure, immobilisant tous les organes intérieurs et en particulier le ressort d'éjection de la fusée. Celle-ci peut alors être dévissée sans danger.

appliqué sur le corps de bombe tout autour de la tête de fusée; après quelques heures, quand le refroidissement était suffisant, la fusée était, soit extraite, soit détruite *in situ* en attaquant la fusée avec un trépan à main qui allait, sans précautions, détruire les piles sèches elles-mêmes dans le corps de fusée.

Les opérations furent si bien conduites qu'il semble qu'aucune des fusées B ou Y ne fonctionna, à l'exception d'une seule qui provoqua l'explosion de la bombe, non au cours de la neutralisation, mais pendant les travaux de terrassement.

Les dangers du « débombage »

Des quelques exemples que nous avons donnés ci-dessus, le lecteur pourrait induire que l'arti-

ficier dispose dans chaque cas d'appareils ou de méthodes dont l'observation méticuleuse le garantira de tout accident. Ils n'en est rien: malgré toutes les précautions, la destruction de bombes non éclatées est un métier très dangereux.

Un premier danger vient des faux marquages des artifices, procédé que les Allemands ont utilisé quelquefois, par exemple pour la fusée 50 B qui a été trouvée marquée 25, comme la fusée percutante *Rheinmetall* sans retard ni piège.

Pour déjouer cette ruse, les Anglais ont réussi à photographier les fusées à travers le corps de bombe en utilisant, semble-t-il, les rayons γ du radium. Les clichés obtenus sont assez nets pour identifier les fusées connues, et même pour étudier le mécanisme des fusées nouvelles.

Un autre danger pour l'artificier vient de ce que les explosifs, fabriqués en temps de guerre en vue d'une utilisation immédiate, sont souvent instables; lorsqu'une bombe a séjourné quelque temps dans la terre humide, l'azoture de plomb que les Allemands utilisaient pour leurs amorces s'hydrolyse légèrement; les vapeurs d'acide azothydrique s'infiltrent entre les filets de vis où elles forment des azotures métalliques extrêmement instables. Le simple dévissage d'une fusée, même sans heurt, peut toujours provoquer l'explosion de la bombe.

L'explosif de chargement peut être également dangereux. La mélinite forme des picrates métalliques très instables; l'amatol lui-même peut provoquer des accidents; des explosions se sont produites quelquefois au cours de la vidange des bombes à la vapeur par la méthode que nous avons décrite ci-dessus; il semble que des combinaisons instables de la tolite avec l'ammoniaque du nitrate se décomposent au-dessous de 70° C peuvent se former dans certaines circonstances.

Mais le plus grave danger que court l'artificier vient de lui-même; lorsqu'il a fait cinq cents ou mille fois une opération à distance sans jamais constater une explosion, il est inévitable qu'il prenne confiance, qu'il néglige de s'éloigner; de près, les opérations sont tellement plus commodes et plus rapides!

C'est alors que se produira le phénomène dont la probabilité était très faible, mais non nulle, et l'accident presque toujours mortel.

C. ROUSSEAU

La vaccination antituberculeuse par le B. C. G. a pris dans les pays étrangers une importance croissante au cours de ces dernières années. La France, où le procédé a été découvert, est aujourd'hui largement dépassée. Actuellement, l'innocuité du vaccin B. C. G. ne peut être contestée et son efficacité est très généralement reconnue. A la vaccination par voie digestive s'est presque complètement substituée la vaccination par voie dermique. Avant l'âge de six mois, deux piqûres intradermiques sont généralement nécessaires. Après cet âge, une seule suffit. L'injection est de 0,05 mg dans 0,1 cm³. Dans de nombreux pays, la vaccination par le B. C. G. est devenue obligatoire pour les sujets appartenant à certaines collectivités et ne réagissant pas à la tuberculine (cutiréaction négative): Pays scandinaves (personnel hospitalier et médical, armée), Union Soviétique (nouveau-nés, collectivités d'enfants, armée), Yougoslavie (armée). Au Canada, aux États-Unis, en Amérique Latine, la vaccination se développe rapidement.

ANCÊTRES RÉELS, ANCÊTRES FICTIFS

par Robert WEILL

Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux
Directeur de la Station biologique d'Arcachon

L'étude scientifique d'une notion apparemment très simple, d'un phénomène banal : la parenté, apporte une illustration frappante de l'impuissance du « bon sens » devant une question quelque peu compliquée. Loin de voir en lui, comme Descartes, qui l'identifiait à la raison, « la puissance de bien juger et distinguer le vrai d'avec le faux », l'esprit scientifique moderne repousse ses jugements téméraires et superficiels pour voir plutôt en lui, ainsi qu'on l'a dit, un instinct très sûr qui nous pousse vers l'erreur. Ainsi en est-il dans cette branche de la biologie qui étudie la transmission des caractères héréditaires d'une génération à l'autre. La définition biologique du degré de parenté s'appuie sur la théorie des chromosomes et le calcul des probabilités. Elle éclaire d'un jour nouveau la notion de consanguinité, que l'on pouvait croire indéfiniment croissante dans la succession des générations et qui n'est absolue et obligatoire qu'entre parents et enfants. Elle montre qu'un individu ne peut avoir, dans une quelconque des générations qui l'ont précédé, plus d'ancêtres « réels » qu'il ne possède de chromosomes dans le noyau de ses cellules (48 pour l'Homme), si l'on fait abstraction des mutations chromosomiques qui ont pu intervenir dans sa lignée. Elle démontre que la constitution héréditaire (le cas des jumeaux vrais mis à part) est chose strictement personnelle et qu'il n'y a pas, au bas mot, une chance sur plusieurs milliers de milliards pour qu'elle se soit déjà réalisée dans le genre humain, ou se réalise jamais à nouveau.

Atavisme et consanguinité

SI est une notion qui paraisse claire, évidente et précise à tout homme de bon sens, c'est bien celle de la parenté consanguine. Abstraction faite des discordances qui peuvent exister entre la nature et l'état civil, et ne tenant compte que de la

première, il semble évident que tout enfant tient sa nature héréditaire, par moitiés égales, de ses deux parents ; que chacun d'eux, à son tour, tient la sienne de ses deux parents à lui ; et que, par conséquent, les quatre grands-parents contribuent, par parties égales, à la constitution héréditaire de leurs petits-enfants ; de même, les huit arrière-grands-parents, les seize

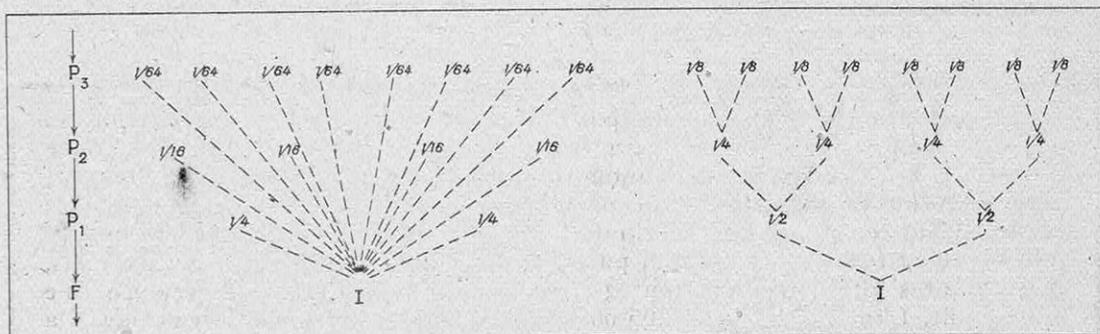


FIG. 1 ET 2. — DEUX MANIÈRES, ÉGALEMENT FAUSSES, DE COMPRENDRE LE « MÉLANGE DES SANGS »

A gauche, la conception de Galton, purement gratuite, qui voit dans la constitution d'un individu (F) une somme de caractères provenant de tous ses aïeux jusqu'aux générations les plus reculées (P_1, P_2, P_3, \dots), la part de chacun des ascendants décroissant avec son degré de parenté comme les termes d'une progression géométrique de raison $1/4$. A droite, la théorie du mélange égal des sangs, qui veut que la constitution d'un individu résulte par parties rigoureusement et constamment égales de l'apport de ses deux ascendants directs ; la part de chacun des ascendants décroîtrait alors avec son degré de parenté comme les termes d'une progression géométrique de raison $1/2$.

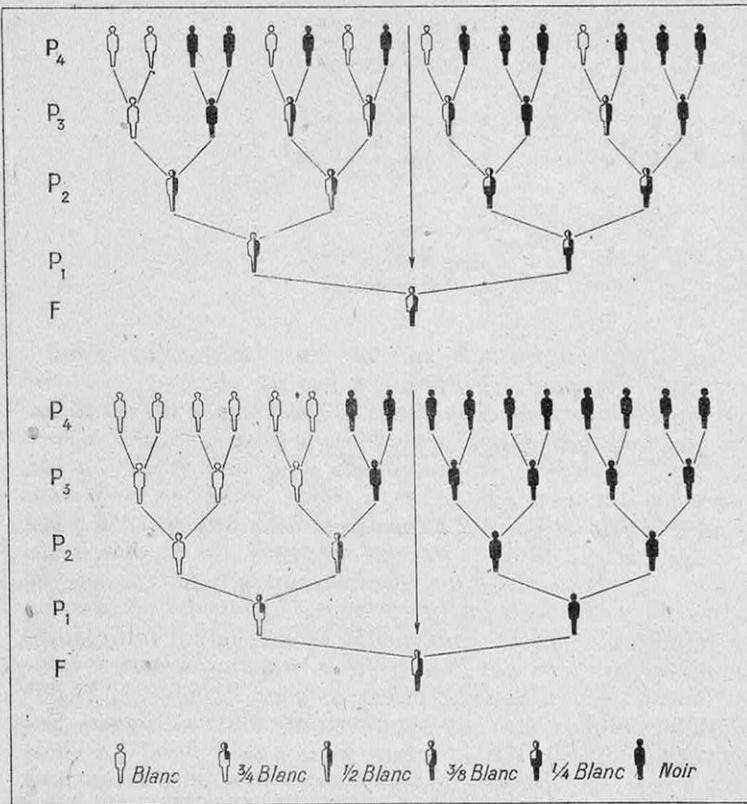


FIG. 3 ET 4. — L'APPORT DES AIEUX DANS LA CONSTITUTION HÉRÉDITAIRE D'UN DESCENDANT, D'APRÈS LA THÉORIE ANCIENNE DU « MÉLANGE DES SANGS »

Dans les deux cas illustrés ci-dessus, la proportion des trisaïeux des deux races pures, blanche et noire, est supposée la même : 6 Blancs, 10 Noirs. Quel que soit leur mode de groupement, le résultat serait le même : un descendant « 3/8 Blanc, 5/8 Noir », mais avec 10 ascendants métis dans le premier cas, et 2 seulement dans le second.

trisaïeux, etc. Et ainsi l'homme de « bon sens » trouve tout normal et obligatoire qu'un enfant ressemble moins à son grand-parent qu'à son père ou sa mère, mais plus qu'à son bisaïeul, etc. On a même imaginé des schémas qui précisent

perimée, continue à inspirer le terme même de « consanguinité » : tous les ascendants d'une même génération apporteraient une contribution héréditaire quantitativement identique et exactement représentative de leur

numériquement ce « plus » et ce « moins ». Galton admettait qu'un individu tient sa constitution héréditaire, pour une moitié, de ses deux parents (1/4 chacun), pour un quart de ses quatre grands-parents (1/16 chacun), pour un huitième de ses huit bisaïeux (1/64 chacun), etc. : si l'on désigne la génération parentale par P₁, celle des grands-parents par P₂, celle des bisaïeux par P₃, etc., chaque génération d'ascendants P_n est composée de 2ⁿ individus, contribuant chacun par 1/4ⁿ à la constitution héréditaire de l'enfant (fig. 1).

D'autres ont fait observer que les parents, tenant de leurs parents à eux toute leur constitution héréditaire, ne lèguent donc rien qui leur appartienne en propre, mais se bornent à transmettre l'héritage qu'ils ont reçu. Ils estiment ainsi que la constitution héréditaire de l'enfant est formée, par parties égales, par les apports des deux parents (1/2 chacun) ; ou par ceux des quatre grands-parents (1/4 chacun) ; ou par ceux des 2ⁿ ascendants de génération P_n (1/2ⁿ chacun) (fig. 2).

Quoique différentes, ces deux interprétations relèvent de la même hypothèse, antique et pittoresque, du « mélange des sangs », et qui, quoique

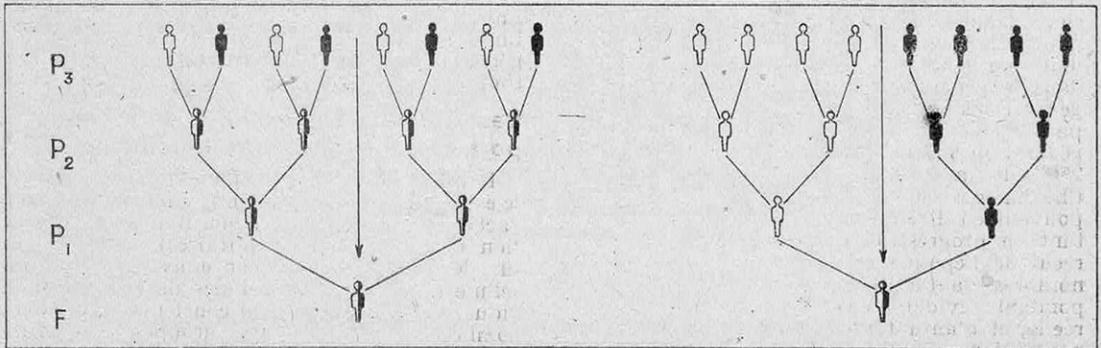


FIG. 5 ET 6. — AUTRE EXEMPLE ILLUSTRANT LA THÉORIE ANCIENNE DU « MÉLANGE DES SANGS »

Un nombre égal d'ascendants Blancs et Noirs à la troisième génération ascendante fait du descendant un demi-sang. Cependant, avec le premier groupement des trisaïeux, grands-parents et parents sont tous métis ; avec le second groupement, ils sont tous de race pure.

nature; le « mélange » serait donc le même, quel que soit le mode de groupement des ascendants. Ainsi, dans les schémas des figures 3 et 4, 6 des 16 trisaïeux sont des Blancs, 10 des Noirs: dans les deux cas, l'enfant sera « 3/8 Blanc, 5/8 Noir »; cependant, dans le premier cas, ses deux parents, ses quatre grands-parents et quatre de ses bisafeuls étaient métis, tandis que, dans le second, tous ses ascendants, sauf son père et sa grand'mère paternelle, étaient de race pure, soit blanche, soit noire. De même, les deux ascendances illustrées par les figures 5 et 6, quoique réparties bien différemment, qualifieraient le produit terminal comme « demi-sang ».

Pourtant, même le « simple bon sens » ne pouvait fermer les yeux à certains faits singuliers. Contrairement aux « lois » précédentes, certains enfants, manifestement, ressemblent plus à un aïeul, ou même à un oncle, qu'à un de leurs parents, — fait qu'exprime, mais sans l'expliquer, le terme d'« atavisme »; deux frères peuvent, tout en ressemblant beaucoup à leur père, être extrêmement dissemblables (tout comme un petit cube rouge de bois et une grande boule verte de fer ne se ressemblent pas, mais ressemblent à une petite boule rouge de fer par la « moitié » de leurs caractères); enfin, si l'on prend comme critère la couleur des métis entre Blancs et Noirs, cette couleur se montrera, à mélange « mathématiquement égal », beaucoup plus variable dans une descendance du type de la figure 5 que dans celle du type de la figure 6, et les enfants pourront même y être plus blancs, ou plus noirs, que leurs parents, ce qui est incompatible avec la notion d'un simple mélange physique.

Enfin, les interprétations proposées, apparemment si simples, aboutissaient à une conclusion étrange, aussi inéluctable que choquante pour le bon sens. Si chaque Homme a 2ⁿ ascendants de génération P_n, il sera donc représenté dans la génération P₃₀ (qui, à raison de trois générations par siècle, devait vivre vers l'an 940) par 2³⁰ = 1 073 741 824 ancêtres; dans la génération P₆₀, au début de l'ère chrétienne, par 2⁶⁰, soit un milliard de milliards d'ancêtres. Chacun des 40 millions de Français actuels pouvant en dire autant, et ces chiffres augmentant en progression géométrique à mesure du recul de l'époque considérée, on aboutit à des nombres fantastiquement élevés, ne correspondant évidemment à aucune population réelle, et d'autant plus invraisemblables que la population humaine a évolué, au cours des siècles, non en se réduisant, mais en s'accroissant, — même si on ne prend pas à la lettre la généalogie biblique. Si l'on accepte ces prémisses, on est donc obligé de conclure que les arbres

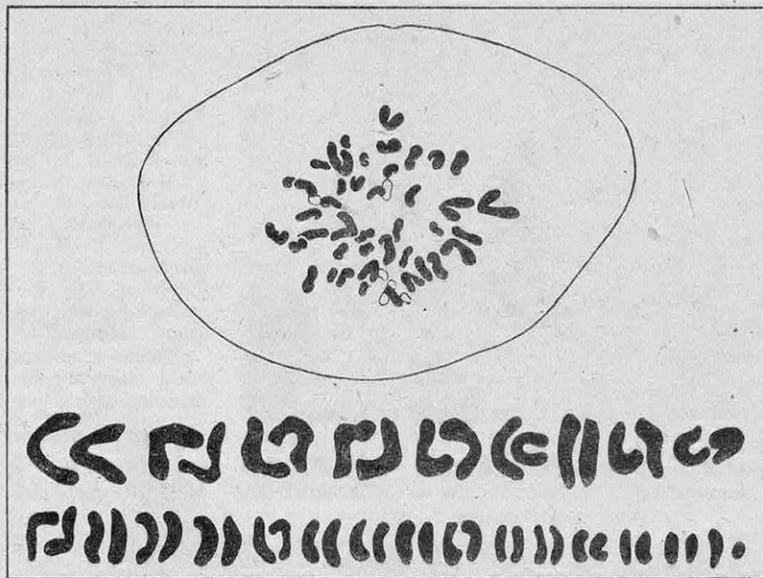


FIG. 7. — LES CHROMOSOMES DE L'HOMME

Le schéma du haut montre les chromosomes d'une cellule humaine avec un grossissement d'environ 1000 (d'après Koller). Celui du bas montre les 24 paires de chromosomes disposés par paires (d'après Evans et Swezy). Ces dessins montrent les chromosomes à un moment proche de la division cellulaire, où ils ont une forme relativement courte et épaisse, et où ils peuvent être le plus facilement distingués et comptés; à un stade moins avancé de la division, ils se présentent sous la forme de filaments longs et minces.

généalogiques des divers individus se superposent de plus en plus étroitement, que les mêmes ancêtres y figurent à des emplacements de plus en plus nombreux, c'est-à-dire qu'il se réalise obligatoirement des consanguinités indéfiniment répétées et accrues. Et certains, se rappelant les effets incontestablement néfastes de certaines unions humaines étroitement consanguines, se sont demandé s'il n'y aurait pas là la cause et l'explication de cette dégénérescence du genre humain, sur la réalité de laquelle moralistes, philosophes et artistes se mettraient assez volontiers d'accord.

Tous ces problèmes relèvent de la science de l'hérédité, de la génétique. Cette branche de la biologie générale a fait, depuis quarante ans, des progrès et des découvertes telles qu'il est impossible même d'en évoquer ici les plus importantes. Elle a donné des phénomènes généalogiques une interprétation sûre, mais tout à fait inattendue.

Les chromosomes, porteurs des facteurs héréditaires

Il est établi que les « facteurs » héréditaires (c'est-à-dire les particules matérielles dont l'activité physiologique aboutit à la manifestation des caractères héréditaires) sont localisés sur les chromosomes contenus dans chaque cellule (1). Toutes les cellules de tous les individus d'une même espèce contiennent le même nombre de chromosomes, groupés par paires (24 paires chez l'Homme) (fig. 7), à deux réserves près: 1° très généralement, une des paires

(1) Voir: « La génétique, science exacte de la vie » (Science et Vie, n° 221, novembre 1935).

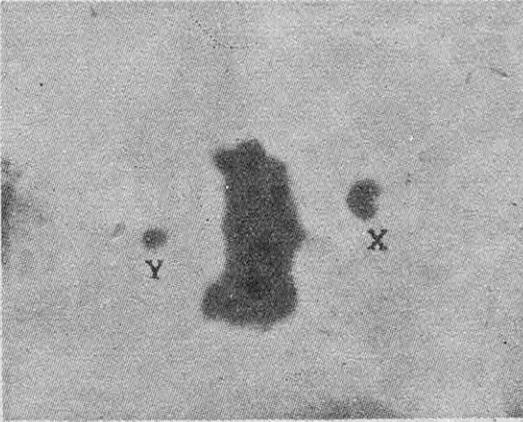


FIG. 8. — MICROPHOTOGRAPHIE MONTRANT LES CHROMOSOMES X ET Y DANS UNE CELLULE HUMAINE MÂLE (GROSSISSEMENT 3600)

Les chromosomes sont rassemblés au centre de la photographie, à l'exception des chromosomes de la paire dissymétrique qui en sont éloignés (d'après Koller).

(celle des chromosomes dits X) est incomplète ($X + \text{zéro}$) ou asymétrique ($X + Y$), dans l'un des sexes (le sexe mâle en général, et chez l'Homme en particulier) (fig. 8); 2° lors de la formation des gamètes ou cellules reproductrices, ovules et spermatozoïdes, les chromosomes d'une même paire, au lieu de se diviser comme à l'ordinaire, se disjoignent, et chaque gamète ne renferme donc plus que la moitié du nombre ordinaire de chromosomes (chez l'Homme: $23 + X$ dans tous les ovules, $23 + X$ et $23 + Y$ dans la moitié, chaque fois, des spermatozoïdes); leur fusion, dans l'œuf fécondé, rétablit le nombre initial, et en même temps détermine le sexe du nouvel individu, selon que le gamète mâle apportera un chromosome X ou un Y, les probabilités de ces apports étant égales (fig. 9). Dans un individu de race pure, les deux chromosomes d'une même paire portent des facteurs identiques, qui se transmettront par conséquent à tous les gamètes; ils sont différents dans un individu hybride qui, en raison de leur disjonction, transmettra non pas son hybridité (contrairement à la théorie du « mélange »), mais, à chances égales, soit l'un, soit l'autre de ces facteurs à l'état pur.

Le rappel de ces notions, aujourd'hui élémentaires, permet de préciser, sous les apparences généalogiques, les réalités biologiques. Puisque les facteurs héréditaires sont associés en

chromosomes, un individu ne pourra pas avoir, dans une même génération, plus d'ancêtres réels qu'il ne comptera de chromosomes; à côté d'eux, sa généalogie indiquera des ancêtres qui, en fait, ne lui auront rien transmis, qui lui seront rigoureusement étrangers. En fonction du nombre spécifique de chromosomes et de la génération considérée, on pourra calculer la proportion des ancêtres réels par rapport aux fictifs ou, ce qui revient au même, déterminer la probabilité pour qu'un certain ancêtre soit réel, ou fictif. On pourra également calculer la probabilité pour que, par exemple, deux frères héritent de leurs parents une constitution complètement identique ou, au contraire, totalement différente.

Trois exemples, de complexité croissante, vont montrer le mode de raisonnement et ses conclusions.

Cas d'une espèce à deux chromosomes

Dans une espèce à $2n = 2$ chromosomes, telle que le Ver nématode, *Ascaris megalocephala univalens*, un individu aura obligatoirement hérité ses deux chromosomes, l'un de son père, l'autre de sa mère (fig. 10). Mais ce chromosome, le père le tiendra soit de son père, soit de sa mère: l'un des deux grands-parents paternels sera donc obligatoirement totalement étranger à son petit-fils; il en sera de même pour l'un des grands-parents maternels. Un individu d'une espèce à 2 chromosomes ne peut donc avoir, biologiquement, que 2 parents, 2 grands-parents, 2 arrière-grands-parents, 2 ascendants pour n'importe quelle génération P_n : tous les autres seront fictifs. D'autre part, il devra à son ancêtre réel, fût-ce le plus éloigné, un héritage exactement aussi important (1 chromosome sur 2) que celui lui venant de son parent immédiat. Au risque de choquer sérieusement le

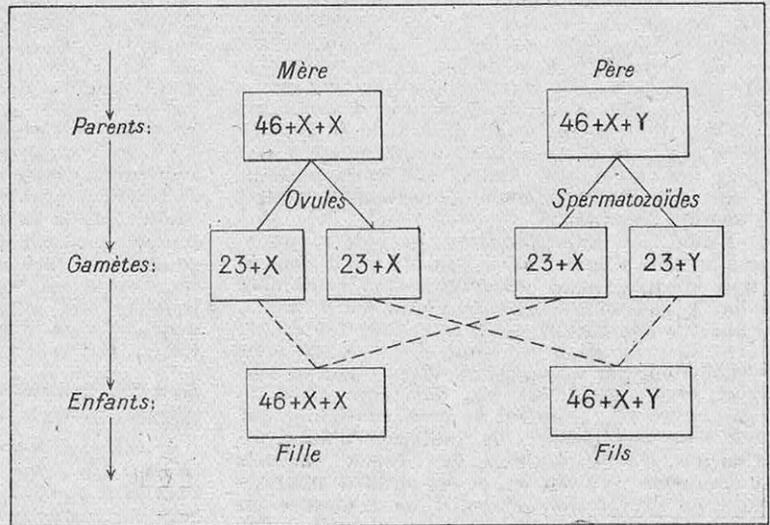


FIG. 9. — LE CYCLE CHROMOSOMIQUE DE L'HOMME

À la différence des cellules normales, contenant 48 chromosomes appariés, les gamètes (cellules reproductrices mâles et femelles) ne contiennent plus que 24 chromosomes: ($23 + X$) pour les ovules, ($23 + X$) ou ($23 + Y$) pour les spermatozoïdes; la fusion de deux gamètes de sexe opposé donnera un œuf femelle si le spermatozoïde est un ($23 + X$) comme l'ovule, un œuf mâle si le spermatozoïde est un ($23 + Y$).

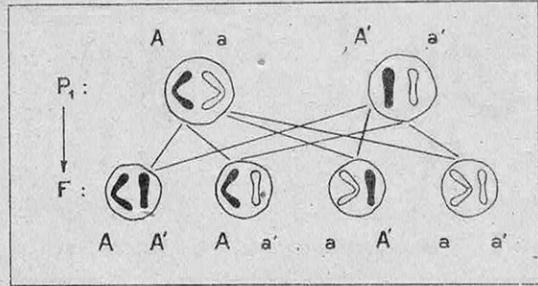
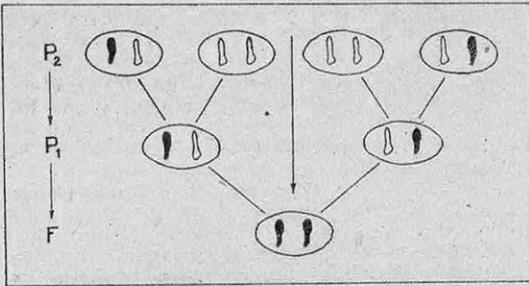


FIG. 10. — L'HÉRÉDITÉ CHEZ LE VER NÉMATODE (ASCARIS MEGALOCEPHALA UNIVALENS)

FIG. 11. — COMBINAISONS DE CHROMOSOMES CHEZ LE VER NÉMATODE (ASCARIS MEGALOCEPHALA UNIVALENS)

Ne possédant que deux chromosomes par noyau cellulaire, un individu ne peut avoir que deux ancêtres réels à chacune des générations précédentes. Tous les autres sont fictifs et n'ont joué aucun rôle dans la constitution de son patrimoine héréditaire.

Les parents *P* étant supposés posséder des chromosomes tous différents, il en résulte pour les enfants *E* quatre possibilités de combinaisons de ces chromosomes deux à deux, combinaisons également probables. On voit que, bien que les individus extrêmes (*A-A'*) et (*a-a'*) soient « frères » puisque issus des mêmes parents, ils sont entièrement étrangers l'un à l'autre, n'ayant aucun facteur chromosomique commun.

bon sens du lecteur, on peut dire que, biologiquement (c'est-à-dire effectivement), cet individu pourra (avec 1 chance sur 2) ne pas être le petit-fils de son grand-père, mais, cependant, le fils d'un arrière-arrière-grand-père !...

A'-a') (fig. 11). Il en résultera pour les enfants la possibilité de quatre constitutions chromosomiques différentes (*A-A'*, *A-a'*, *a-A'*, *a-a'*). Par conséquent, 2 frères auront 1 chance sur 4 d'hériter une constitution identique (tout comme s'ils étaient de « vrais » jumeaux), également 1 chance sur 4 d'en avoir de totalement diffé-

Quelle sera la parenté réelle de deux frères ? Admettons que les deux parents soient hybrides, c'est-à-dire que les deux chromosomes de chacun soient différents, et en outre qu'ils soient différents d'un parent à l'autre (père : *A-a* ; mère :

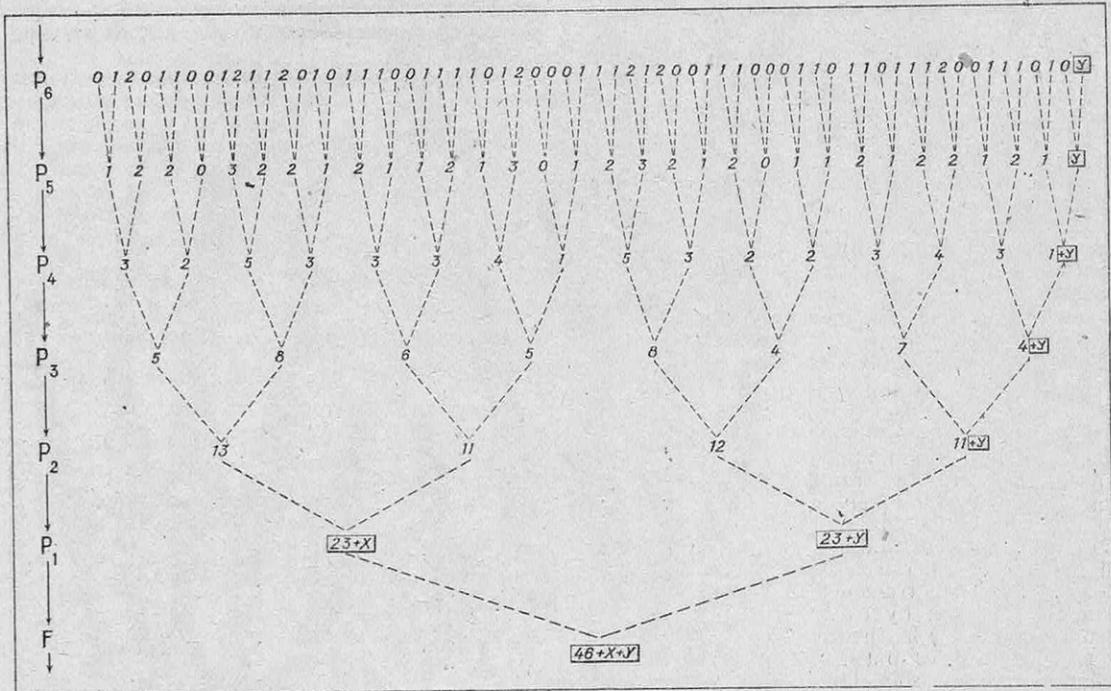


FIG. 12. — GÉNÉALOGIE CHROMOSOMIQUE DE L'HOMME

Les chiffres indiquent le nombre de chromosomes apportés en héritage à l'enfant (génération *F*), qui, ici, est un garçon (formule chromosomique : $46 + X + Y$). A chaque bifurcation, le père est censé figurer à droite, la mère à gauche. Les apports chromosomiques obligatoires sont encadrés, les autres obéissent aux lois du hasard, et les valeurs indiquées ne correspondent qu'à l'une des très nombreuses combinaisons possibles. Les seules contributions certaines sont celles des deux parents (génération *P*₁), et la généalogie du chromosome « *Y* », transmis, comme le patronyme, de père en fils. Les zéros correspondent aux ancêtres fictifs. A aucune génération il n'y aura plus de 48 ancêtres réels.



FIG. 13. — LES CHROMOSOMES DE LA MOUCHE DU VINAIGRE (d'après Morgan)

On remarque la paire de chromosomes asymétrique chez la Mouche mâle.

rentes (tout comme s'ils étaient entièrement étrangers l'un à l'autre), 1 chance sur 2 d'avoir en commun 1 chromosome sur 2. Nous voilà loin du schéma du « mélange », et de l'uniformité qu'il attribuait à la descendance d'un même couple !

Cas de la Mouche drosophile

Prenons une espèce à $2n = 8$ chromosomes, telle que la Mouche du vinaigre, *Drosophila melanogaster*, célèbre précisément par les recherches génétiques dont elle est l'objet depuis plus de trente ans (fig. 13). A chaque mouche, chacun des parents apportera 4 chromosomes, qui proviendront :

Soit 4 du grand-père et 0 de la grand'mère.			
— 3	—	— 1	—
— 2	—	— 2	—
— 1	—	— 3	—
— 0	—	— 4	—

Les probabilités de ces diverses possibilités sont : $1/16$, $4/16$, $6/16$, $4/16$, $1/16$. Il y a donc 6 chances sur 16, soit 37,5 %, pour que les deux grands-parents paternels (ou maternels) aient apporté une égale contribution de 2 chromosomes chacun, et 6^3 sur 16^2 , soit 14,06 % de chances, pour que la contribution soit égale pour les quatre grands-parents. Inversement, chacun des deux grands-parents paternels (ou maternels) ayant 1 chance sur 16 de ne rien transmettre, il y a une probabilité de $1/8$, soit de 12,5 %, pour qu'un des quatre grands-parents soit fictif; les contributions paternelle et maternelle étant indépendantes, il y a 1 chance sur 16^2 , soit 0,4 %, d'avoir deux grands-parents fictifs (un paternel, un maternel).

Si le hasard a voulu que les quatre grands-parents soient réels, et égaux par leur contribution, un problème analogue se posera pour la génération précédente: chaque arrière-grand-parent aura: 1 chance sur 4 d'avoir légué 2 chromosomes, 1 chance sur 2 d'en avoir légué 1, 1 chance sur 4 de n'avoir rien transmis du

tout; la probabilité d'avoir 1 arrière-grand-parent fictif sera aussi grande que d'en avoir 2 réels. Enfin, dans cette dernière hypothèse, 8 des 16 ancêtres de la génération précédente seront nécessairement fictifs, puisque les 8 autres réuniront à eux seuls les 8 chromosomes qui constitueront l'héritage de leur arrière-arrière-petit-descendant.

Quant à la parenté réelle de deux frères, le raisonnement mathématique, basé sur les faits biologiques, montre ici que leurs parents (dans l'hypothèse choisie) pourront leur offrir un choix de 256 constitutions chromosomiques différentes. Il y aura donc 1 chance sur 256 (0,4 %) pour que deux frères héritent exactement la même, ou exactement l'opposée; dans tous les autres cas, ils se ressembleront plus ou moins, selon une fluctuation dont il serait facile de préciser le degré et les probabilités.

Cas de l'Homme

Terminons par le cas de l'Homme, avec ses 48 chromosomes. La probabilité d'avoir un grand-parent fictif est minime: 1 sur 8 millions; celle d'en avoir deux, tout à fait négligeable: 1 sur 280 000 milliards! Par contre, il y a seulement 16,1 % de chances pour que deux de nos grands-parents, seulement 2,6 % de chances pour que nos quatre grands-parents nous aient transmis chacun précisément le même nombre de chromosomes: *il est donc quasi certain que la contribution apportée par nos grands-parents à notre constitution héréditaire n'est pas égale pour les quatre.* Et, bien entendu, cette différence de valeur, à degré généalogique égal, s'accroîtra notablement dans les générations plus éloignées.

Les parents offrent à leurs enfants un choix

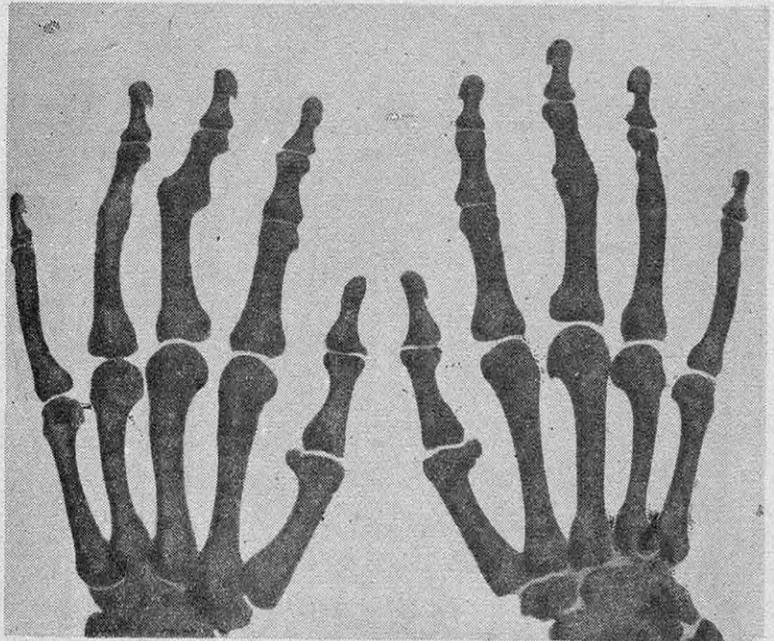


FIG. 14. — RADIOGRAPHIE DES MAINS D'UN INDIVIDU ATTEINT DE SYMPHALANGIE. Cette malformation héréditaire consiste en une fusion plus ou moins complète des phalanges terminale et moyenne des doigts et des orteils.

de 280 000 milliards de combinaisons chromosomiques (1). En dehors du cas des « vrais » jumeaux (qui se produit environ 1 fois sur 400 naissances) (2), il n'y a donc que 1 chance sur 280 000 milliards pour que deux frères aient hérité d'une combinaison chromosomique exactement identique, et autant pour qu'ils soient totalement étrangers l'un à l'autre.

Reprenons notre arbre généalogique (fig. 12). Puisque nos chromosomes sont au nombre de 48, nous ne pourrions, à aucune génération ascendante, avoir plus de 48 ancêtres réels. Peut-être pourrions-nous compter encore 32 ancêtres réels à la génération P_3 (les grands-parents de nos arrière-grands-parents), encore que cela ne soit nullement certain. Mais, sur les 64 qui les ont précédés, et qui vivaient vers 1750, 16 certainement, au moins, nous sont biologiquement tout à fait étrangers (3). Et plus nous remontons, plus augmente le nombre de ces ancêtres fictifs, puisque seul reste constant, et limité, celui des ancêtres réels. Tel noble seigneur qui se dit le descendant direct de tel grand personnage du x^e siècle n'a donc que 48 chances sur plus d'un milliard, soit environ 1 chance sur 30 millions, de lui devoir... quibi ? un quarante-huitième de sa constitution héréditaire ! La biologie devient ici école de modestie et de prudence...

Or, il est très remarquable que certaines particularités héréditaires — traits physiologiques ou malformations — ont cependant pu être relevées tout au long de généalogies étonnamment prolongées. La fameuse « lippe » des Habsbourg se retrouve dans cette lignée illustre depuis le xv^e siècle,

(1) Un même chromosome pouvant porter des facteurs extrêmement nombreux, et ceux-ci différer d'un chromosome à son partenaire, la variabilité génétique totale est infiniment plus grande que le nombre des combinaisons chromosomiques. (Voir : La génétique moderne, *Science et Vie*, n° 260, février 1939, et « La science de l'hérédité peut-elle améliorer l'espèce humaine ? », *Science et Vie*, n° 279, novembre 1940.)

(2) Les « jumeaux vrais » sont nés d'un même œuf et possèdent par conséquent les mêmes chromosomes : ils seront donc quasi identiques, jusque dans leurs empreintes digitales. (Voir : « Jumeaux vrais et faux jumeaux », *Science et Vie*, n° 285, novembre 1941.)

(3) En réalité, les chances augmentent, et le problème se complique, en raison d'un phénomène secondaire : la possibilité, pour deux chromosomes partenaires, de se briser et de se résoudre en échangeant des fragments ; de la sorte, un seul chromosome peut représenter l'héritage de plusieurs ancêtres.

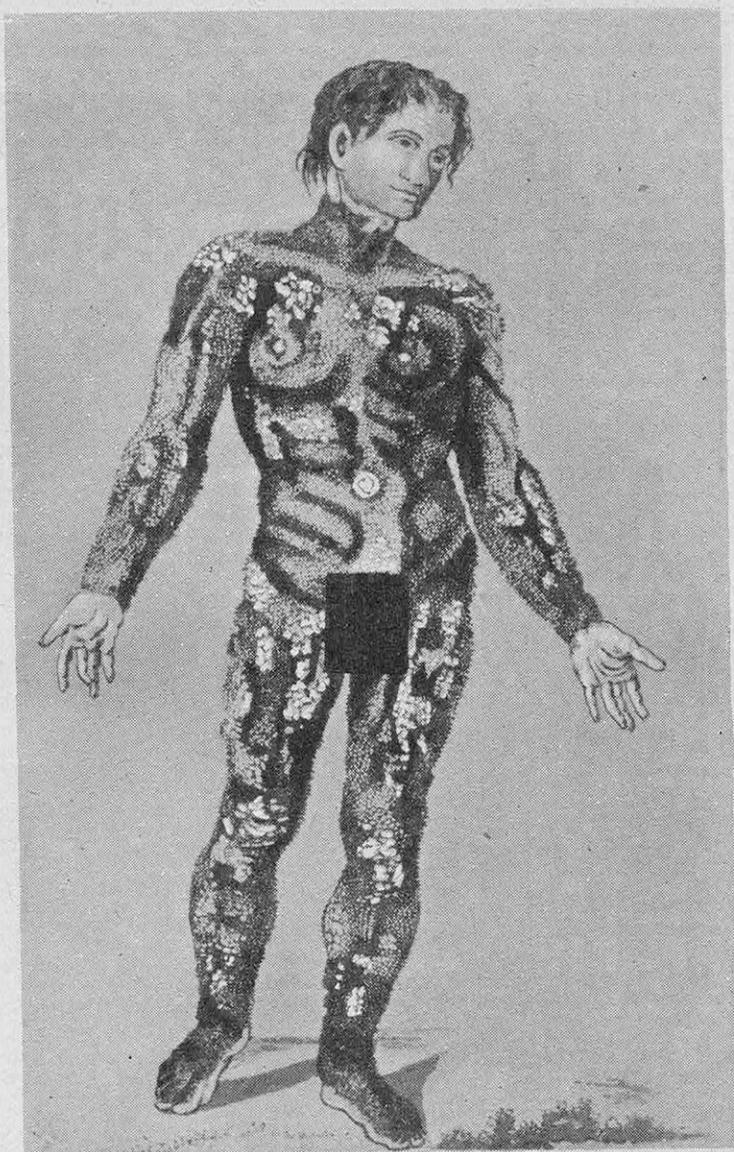


FIG. 15. — UN HOMME PORC-ÉPIC D'APRÈS UNE GRAVURE PUBLIÉE EN 1802

Ce phénomène est le résultat d'une mutation nommée « ichtyosis hystrix gravior », qui s'est transmise, pendant six générations successives, exclusivement du père aux fils ; il est donc à peu près certain que cette anomalie héréditaire soit liée au chromosome Y.

presque sans interruption dans une quinzaine de générations successives. Une certaine anomalie du squelette, la « symphalangie » (fusion plus ou moins complète des phalanges terminales et moyennes des doigts ou des orteils) se retrouve dans une célèbre famille anglaise, celle des Talbot, depuis le xiv^e siècle à nos jours, sans discontinuité pendant 14 générations successives (1) (fig. 14).

(1) Jean, septième Lord Talbot, premier comte de Shrewsbury (1390-1453), un des héros du *Henri VI* de Shakespeare, adversaire de Jeanne d'Arc, fut une figure célèbre des guerres franco-anglaises du xv^e siècle. Il fut tué à Castillon, près de Bordeaux :

Bien entendu, il est impossible *a priori*, et, souvent difficile même *a posteriori*, de distinguer, parmi nos ancêtres, les réels des fictifs. Il n'y a qu'un seul chromosome qui, par sa nature même, soit d'origine prédéterminée : le chromosome Y (voir plus haut), transmis exclusivement par le père à tous ses fils, se superposant, par conséquent, au patronyme. Malheureusement pour les généalogistes, c'est un chromosome très aberrant, auquel on n'a pu que très rarement attribuer un caractère héréditaire. Un des deux cas connus d'hérédité humaine liée au chromosome Y mérite d'être signalé à titre d'exemple et en raison de sa singularité.

En 1731 fut présenté à la *Royal Society* un garçon de quatorze ans, Edward Lambert, normal lors de sa naissance et jusqu'à l'âge de sept à huit semaines, et dont la peau ensuite avait jauni, puis noirci, puis s'était extraordinairement épaissie et avait développé de véritables piquants. L'examen pratiqué alors montra une carapace dure, rugueuse, épaisse de près de 2 cm, gainant tout le corps, excepté la face, les paumes et la plante des pieds, qui paraissaient émerger nues d'une cuirasse; cette carapace se prolongeait, surtout sur les flancs et sur le ventre, en piquants cornés, longs de 2,5 cm, s'entre-choquant et bruisant aux mouvements du corps; cette carapace, avec ses piquants, muait annuellement, à l'automne. Ascendants et collatéraux étaient normaux. Ce garçon, plus tard, se maria, et eut six fils, tous atteints de la même anomalie. Le sixième, à son tour, eut neuf enfants : sept filles normales et deux fils « porcs-épics », avec lesquels il s'exhiba en France et en Allemagne, où ils furent l'objet d'examen sérieux et compétents, confirmant ceux dont cette famille fut l'objet, en Angleterre, de 1731 à 1851. L'un de ses fils (représenté à l'âge de vingt-deux ans par la figure 15, qui reproduit un document paru en 1802) eut un fils, un petit-fils et un arrière-petit-fils qui, tous, manifestèrent la

d'après les chroniques du temps, un boulet de canon lui fracassa la cuisse, puis il fut achevé d'un coup de hache sur le crâne. En 1874, son tombeau, à Whitchurch, fut ouvert. Le squelette montrait effectivement une fracture du fémur droit et une profonde entaille dans la région occipitale droite. Les doigts montraient une symphalangie identique à celle de son descendant actuel. L'artiste du xv^e siècle, qui avait sculpté sa pierre tombale, y avait d'ailleurs très fidèlement reproduit cette particularité.

même anomalie. Apparue à la suite d'une « mutation » unique (qui porte en pathologie le nom de *ichthyosis hystrix gravior*), elle s'est donc transmise, pendant six générations successives, exclusivement du père aux fils : il est à peu près certain qu'elle soit liée au chromosome Y (1).

Il apparaît ainsi que, contrairement au bon sens, les relations généalogiques sont loin de constituer un phénomène simple, et que suffirait à définir le seul degré de parenté. La seule parenté biologique obligatoire et définie, c'est celle qui relie les parents à leurs enfants. Pour toutes les autres, c'est, plus ou moins, une question de probabilité, jouant sur une gamme de degrés qui va de l'identité absolue à la discordance totale. Les cas extrêmes sont nécessairement d'une rareté extrême. La génétique a fourni l'explication des fluctuations couramment observées et que le bon sens constatait sans pouvoir les interpréter. Elle nous apprend, en outre, que notre constitution héréditaire, en toute probabilité, nous est strictement personnelle, que chacun de nous représente une combinaison n'ayant pratiquement aucune chance de jamais se reconstituer. La consanguinité humaine, que l'on pouvait croire fondamentale, obligatoire et indéfiniment croissante, reste un phénomène exceptionnel, casuel, et dont les méfaits sont d'autant moins à craindre qu'elle n'exerce pas, par elle-même, d'effets nécessairement néfastes. Mais ce serait, là, une autre histoire.

Robert WEILL

(1) L'hémophilie, maladie héréditaire consistant en un défaut de coagulation du sang, constitue un autre cas d'hérédité liée au sexe, car elle ne s'observe guère que chez les individus mâles. On a été conduit à localiser le gène correspondant non sur le chromosome Y, mais sur le chromosome X; il s'agit d'un gène « récessif », c'est-à-dire normalement « dominé » par un gène sain porté par le second chromosome X présent chez la femme, qui l'empêche de manifester sa présence. C'est pourquoi, sauf cas exceptionnels (femmes porteuses de deux chromosomes X hémophiliques), l'hémophilie ne s'observe pas chez la femme, même lorsque celle-ci est susceptible de transmettre la maladie à une partie de sa descendance mâle (un fils sur deux en moyenne). Chez l'homme, au contraire, un gène hémophilique du chromosome X ne peut trouver de gène qui le « domine » sur le chromosome Y. Un cas analogue se présente pour le daltonisme (incapacité de distinguer le vert du rouge) et pour beaucoup d'autres particularités héréditaires.

On annonce aux États-Unis la découverte d'un nouvel insecticide aussi puissant que le D. D. T. dans la lutte contre un certain nombre d'espèces d'insectes et beaucoup plus puissant que lui contre d'autres. Il s'agit d'un camphène chloré, baptisé « Toxaphène » et qui, depuis dix-huit mois, fait l'objet d'essais systématiques en soixante-quinze stations agronomiques des États-Unis sous le nom de « Hercules Synthetic 3956 ». Les essais auraient montré que le Toxaphène peut être avantageusement utilisé dans la fabrication des insecticides agricoles, domestiques et industriels. Son action serait particulièrement puissante contre les insectes attaquant les plants de coton et de tabac, les mouches et les mites. Il ne sera mis dans le commerce que lorsque les expériences en cours, portant sur sa toxicité vis-à-vis des autres espèces animales, auront permis de déterminer avec précision les domaines où il pourra être utilisé.

LES ÉTOILES ÉMETTEURS HERTZIENS

par J. GAUZIT

La Terre reçoit du Soleil des rayonnements de natures diverses et d'intensités très variables avec le temps. Depuis de nombreuses années on sait que l'activité solaire est en corrélation étroite avec le nombre et l'étendue des taches sombres qui peuvent être observées sur son disque. Cette activité, qui passe par un maximum tous les onze ans environ, se traduit par une véritable éruption d'électrons (rayons bêta) et d'ions positifs (rayons analogues aux rayons alpha) (1) dont le bombardement produit des effets très sensibles sur notre globe (2) : orages magnétiques, aurores polaires (par ionisation de très hautes couches de l'atmosphère), perturbations atmosphériques et même peut-être biologiques (3). Une émission nouvelle vient d'être mise en évidence : celle d'ondes hertziennes susceptibles d'être captées par les récepteurs radiophoniques.

Ce sont des observations réalisées presque fortuitement pendant la guerre, en Grande-Bretagne, en Australie et en Nouvelle-Zélande, qui ont mis en évidence l'émission par le Soleil d'ondes radio-électriques. On parle maintenant à nouveau de certaines observations faites par des amateurs en 1936. Mais la première constatation absolument certaine semble être celle des services récepteurs de radar (4) de l'armée britannique ; opérant, entre le 26 et le 28 février 1942, dans la bande de 4 à 6 m de longueur d'onde, ils ont reçu des radiations dirigées intenses qui présentaient un caractère analogue aux fluctuations irrégulières du bruit de fond des récepteurs. Les radiations furent décelées dans l'après-midi du 26 février ; elles arrivaient presque continuellement, avec des variations d'intensité ; elles disparurent la nuit, puis se manifestèrent à nouveau les 27 et 28 février, du lever au coucher du Soleil ; rien ne fut décelé après le 28. L'appareil récepteur permettait de déterminer la direction de l'émission : c'était toujours celle du Soleil. Des postes récepteurs distants de 250 km ont donné des observations concordantes.

Depuis la fin de la guerre, des recherches ont été entreprises sur ce sujet dans divers pays, et elles ont confirmé l'existence de ces mystérieuses ondes solaires et précisé leurs caractères ; l'émission a été observée sur des longueurs d'ondes diverses, de quelques centimètres à quelques mètres ; elle a toujours un caractère sporadique.

Il y a peu de chance que les amateurs de radio réussissent à entendre l'émission avec leur poste, car il s'agit seulement de très faibles « crache-

ments » dans la région des courtes longueurs d'ondes. Mais l'émission présente un très grand intérêt scientifique et elle attire déjà sur elle l'attention des physiciens et des astronomes.

L'activité solaire dans les diverses longueurs d'ondes

Si l'on y réfléchit, il n'est pas tellement surprenant que le Soleil émette des ondes. On sait, en effet, que ces ondes sont de même nature que les ondes lumineuses ou que les ondes ultraviolettes ou infrarouges ; elles forment toutes ce que l'on appelle les ondes électromagnétiques. Ce qui les différencie les unes des autres, c'est la longueur d'onde. Tandis que celle-ci est comprise entre 0,4 et 0,8 micron pour la lumière visible, on passe, du côté des grandes longueurs d'ondes, graduellement des rayons infrarouges aux ondes de la radiophonie ; le Soleil émet certainement des ondes hertziennes, comme il émet de la lumière et de la chaleur. Connaissant la répartition de l'intensité

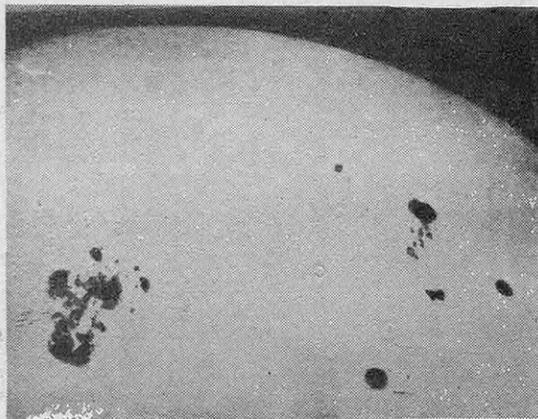


FIG. 1. — GROUPE CARACTÉRISTIQUE DE TACHES SOLAIRES SUR UNE PORTION DU DISQUE SOLAIRE

(1) Voir : « Des taches solaires aux aurores polaires » (*Science et Vie*, n° 251, mai 1938).

(2) Voir : « L'influence solaire sur la vie » (*Science et Vie*, n° 183, septembre 1932).

(3) Voir : « Les épidémies suivent-elles le rythme de l'activité solaire ? » (*Science et Vie*, n° 335, novembre 1938).

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

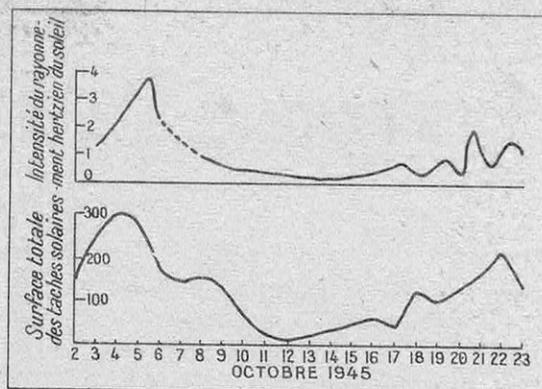


FIG. 2. — VARIATIONS SIMULTANÉES DE L'INTENSITÉ DU RAYONNEMENT HERTZIEN DU SOLEIL ET DE LA SURFACE DES TACHES (D'APRÈS DES OBSERVATIONS FAITES A SYDNEY AU MOIS D'OCTOBRE 1945)

du rayonnement solaire qui nous parvient dans le spectre visible, ultraviolet et infrarouge, nous pouvons extrapoler et en déduire quelle doit être l'intensité du rayonnement hertzien dans la région des longueurs d'ondes comprises, par exemple, entre 1 et 10 m. Or, le fait extraordinaire, c'est que l'on a observé une émission qui atteint 100 000 fois l'intensité prévue. Si l'on veut exprimer les choses autrement, on peut dire que tout se passe, pour ces émissions, comme si la température superficielle du Soleil était d'une dizaine de millions de degrés, et non de 6 000° comme on la calcule d'après l'intensité du rayonnement visible.

Comment explique-t-on cet extraordinaire renforcement du rayonnement solaire pour les ondes radiophoniques ? On ne sait pas encore grand'chose. Signalons pourtant qu'un rapprochement a été déjà fait : on a observé que le moment où l'émission hertzienne du Soleil se trouve intensifiée est précisément celui où les taches solaires (fig. 1), avec tous les phénomènes qui les accompagnent, sont particulièrement importantes. Par exemple, un magnifique groupe de taches était visible à la fin du mois de février 1942, au moment où l'on a observé pour la première fois les ondes solaires radiophoniques ; l'apparition de ce groupe au bord est du Soleil, par rotation de celui-ci, fut accompagnée, le 21 février, d'une splendide éruption chromosphérique, qui a été observée à l'Observatoire de Meudon ; on a d'ailleurs observé d'autres éruptions pendant la semaine suivante. Enfin, il s'est produit un « évanouissement brusque » dans la réception des ondes radiophoniques (1) le 28 février et un brusque orage magnétique intense le 1^{er} mars. Rappelons que les orages magnétiques sont produits, en même temps que les aurores, lorsque les corpuscules électrisés qui s'échappent des taches solaires pénètrent dans les hautes couches de notre atmosphère. Quant aux « évanouissements brusques », on les attribue à une ionisation anormalement intense de la couche ionosphérique par arrivée dans notre atmosphère de

rayons ultraviolets brusquement émis par le Soleil au moment des éruptions chromosphériques (1). Il y a d'ailleurs là, semble-t-il, une contradiction dans les affirmations de certains auteurs, puisqu'ils sont amenés à penser que l'intensité du rayonnement solaire subit parfois simultanément un énorme accroissement à la fois dans l'ultraviolet et pour les grandes ondes, alors que le rayonnement visible demeure inchangé.

Plusieurs séries d'observations, plus ou moins catégoriques, ont confirmé la simultanéité de l'intense émission hertzienne et des taches solaires (fig. 2).

Ondes radiophoniques cosmiques

Il faut rapprocher la détection de ces ondes hertziennes solaires de la découverte de parasites cosmiques, déjà annoncée en 1933. En opérant avec des récepteurs très sensibles, munis de miroirs paraboliques, des expérimentateurs ont étudié les ondes d'origine cosmique (2) dans la région des longueurs d'ondes de 14,6 m, 5 m et 2 m. Ils ont constaté que l'intensité reçue est toujours fortement accrue au moment où le récepteur est dirigé vers la Voie Lactée et particulièrement vers la constellation du Sagittaire où se trouve le noyau de notre galaxie (3). Ces expérimentateurs n'ont d'ailleurs pas trouvé une intensité remarquable pour le rayonnement solaire, sans doute parce qu'ils ont opéré à une période de minimum d'activité solaire. On avait proposé diverses hypothèses pour expliquer l'origine de ces ondes cosmiques, mais la découverte récente de l'émission solaire modifie le problème, et l'on a maintenant tendance à admettre qu'il se produit, sinon dans toutes les étoiles, du moins dans un grand nombre, des explosions semblables à celles que nous observons sur le Soleil ; bien que ces explosions soient irrégulières, on a l'impression d'une intensité d'émission radiophonique sensiblement constante à cause du très grand nombre des étoiles.

Jusqu'ici, les observations de l'émission hertzienne, cosmique ou solaire, n'ont porté que sur quelques longueurs d'ondes prises un peu au hasard. On va certainement réaliser maintenant des recherches systématiques et étudier, notamment, la variation de l'intensité des ondes pour les diverses longueurs d'ondes. Les circonstances sont actuellement favorables pour l'étude du Soleil, puisque nous arriverons en 1948-1949 à une période de maximum d'activité solaire. D'autre part, on a mis au point des appareils récepteurs et émetteurs pour des longueurs d'ondes très diverses, jusqu'aux ondes centimétriques. On sait que les postes à ondes très courtes sont ceux dont on peut régler le mieux le cône de réception. Avec ces « radiotélescopes », munis de larges miroirs, il sera vraisemblablement possible de localiser assez exactement les zones actives à la surface du Soleil et d'étudier la corrélation de ces émissions avec les autres phénomènes solaires.

J. GAUZIT

(1) Les ondes lumineuses ou ultraviolettes ou radiophoniques nous parviennent en huit minutes environ du Soleil, tandis qu'il faut un ou deux jours pour les corpuscules.

(2) A ne pas confondre avec les « rayons cosmiques », formés de particules de très grande énergie.

(3) Voir : « Que savons-nous des très hautes couches de l'atmosphère terrestre ? » (*Science et Vie*, n° 345, juin 1946).

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

A CÔTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

par V. RUBOR

REFROIDISSEMENT RAPIDE DE CARROSSERIES

A la sortie des fours de séchage des peintures, les carrosseries automobiles sont à une température telle que les ouvriers qui donnent les retouches finales et assurent le polissage sont gênés dans leur travail. Le rythme de sortie des voitures interdit d'attendre le refroidissement naturel des tôles jusqu'à une

température acceptable. Aussi la tâche des polisseurs est-elle particulièrement pénible.

Pour y remédier, les usines américaines Studebaker ont fait installer, à la sortie des fours, des batteries de puissants ventilateurs qui soufflent de violents courants d'air froid sur les tôles par des canalisations réparties à différentes hauteurs de la carrosserie. Le métal est ainsi refroidi plus rapidement, et les polisseurs peuvent même entreprendre leur travail avant que le refroidissement soit terminé grâce

au courant d'air froid qui les protège contre le rayonnement thermique des tôles.

RADIOCOBALT

LES nombreux éléments radioactifs artificiels que livrent les appareils accélérateurs de particules tels que cyclotrons, synchrotrons, etc. (1), et en quantité beaucoup

(1) Voir : « Les nouveaux engins accélérateurs de particules » (*Science et Vie*, n° 346, juillet 1946).

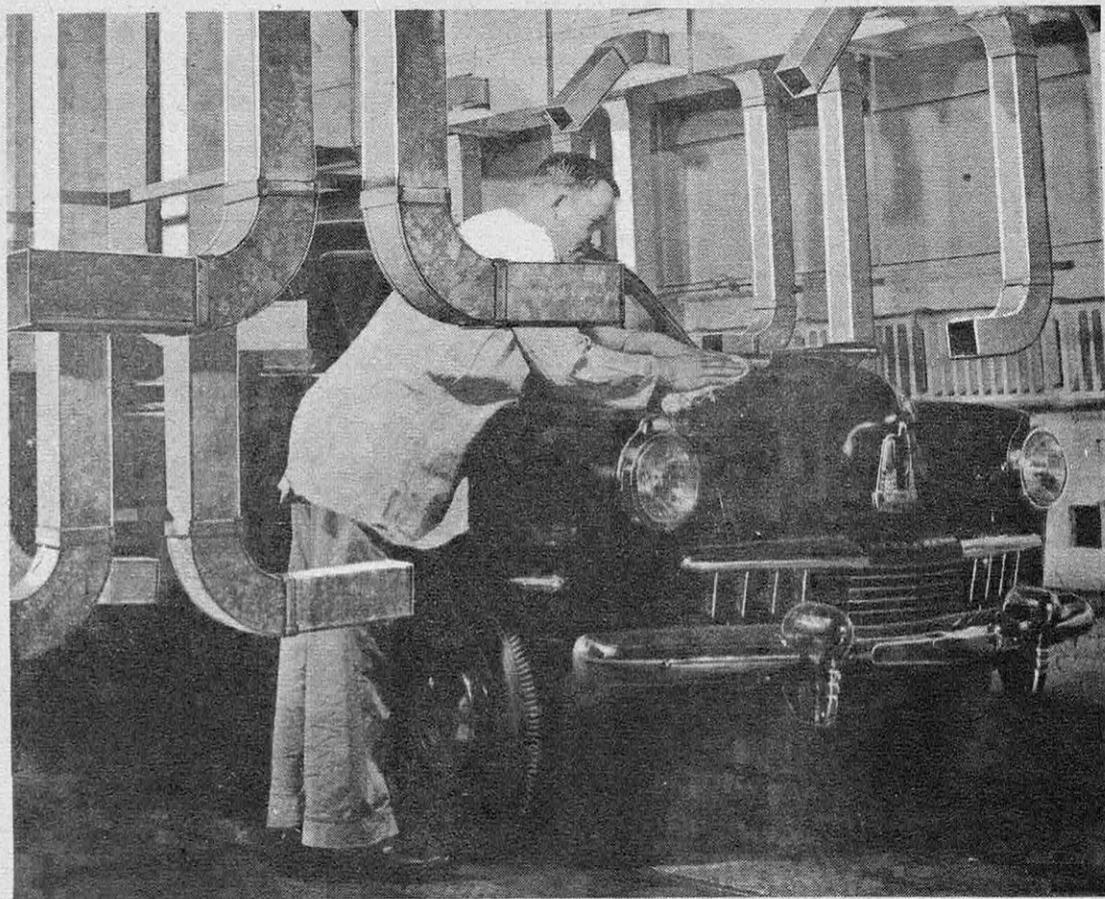


FIG. 1. — LA FIN DE LA CHAÎNE DE PEINTURE DES CARROSSERIES DANS UNE USINE D'AUTOMOBILES AMÉRICAINE
On voit ici les conduites d'air froid qui permettent* aux ouvriers finisseurs d'entreprendre leur travail immédiatement après la sortie des fours des carrosseries.

SCIENCE ET VIE

publiera prochainement un important
NUMÉRO HORS SÉRIE

LES CHEMINS DE FER EN FRANCE ET DANS LE MONDE

CARACTÉRISTIQUES, DESSINS, PHOTOGRAPHIES EN NOIR OU EN COULEURS
DU MATÉRIEL ROULANT EN SERVICE SUR LES RÉSEAUX DU MONDE ENTIER

- L'équipement de la voie
- La locomotive à vapeur moderne
- La chauffe au mazout
- Locomotives Diesel-électriques et autorails
- La locomotive à turbine à gaz
- La traction électrique de l'avenir
- Sous-stations, automotrices, locomotives électriques
- L'extension du métropolitain
- La voiture à voyageurs et le confort
- Gares de triage et engins rail-route
- L'exploitation : le service des trains
- La sécurité : signalisation et aiguillages
- Les grandes vitesses : vers les 200 kilomètres/heure

PLUS DE 150 PAGES

RETENEZ AUJOURD'HUI CE NUMÉRO A TIRAGE LIMITÉ QUI VOUS SERA ADRESSÉ FRANCO DÈS SA PARUTION CONTRE LA SOMME DE 100 FRANCS (80 francs si vous êtes abonné). Indiquez le numéro de votre abonnement sur le talon du chèque postal. Compte chèque postal : PARIS 125863.

plus appréciable, les « piles » atomiques des États-Unis, ont fourni aux chercheurs d'inépuisables sujets d'étude, non seulement dans le domaine de la physique nucléaire, mais aussi en chimie analytique, en biologie et physiologie et en clinique médicale. Les plus couramment mis en œuvre pour l'étude du métabolisme et des échanges physiologiques sont le radioiode, le radiocarbone ou carbone 14 et le radiophosphore, que l'on obtient en quantités très faibles (quelques millicuries ou même microcuries) (1) en transmutant des éléments stables par un bombardement de plusieurs heures à l'aide d'un cyclotron. Les piles atomiques produisent des radioéléments artificiels en quantités beaucoup supérieures, mais seulement ceux qui peuvent être obtenus par bombardement neutronique, c'est-à-dire par les neutrons provenant de la « fission » des atomes d'uranium.

L'on ne possède pas de précisions sur le procédé utilisé pour soumettre les matières à traiter aux neutrons. Il est peu probable qu'on les enfourne à l'intérieur de la pile, l'absorption intense de neutrons par ces matières étrangères devant gêner le fonctionnement normal de la pile. Il doit suffire de les placer à son voisinage, au sommet par exemple.

Un des radioéléments les plus intéressants pour la thérapeutique médicale est le radiocobalt, ou cobalt de masse 60 que l'on obtient par bombardement du cobalt 59 stable par des neutrons. On place dans ce but une certaine masse de ce cobalt normal dans une pile atomique et on l'y abandonne pendant plusieurs mois. Le radiocobalt a une période de 5,3 ans ; il se désintègre en émettant des électrons négatifs (rayons β^- , et des rayons gamma dont les énergies sont de 1,1 et 1,3 millions de volts, voisines de celles des rayons gamma du radium. Le radiocobalt apparaît ainsi comme un succédané du radium

(1) L'activité d'une préparation radioactive s'évalue en « curies ». Le curie correspond à l'émission de $3,71 \times 10^{10}$ particules par seconde. Le millicurie et le microcurie sont respectivement la millième et la millionième partie du curie. On a proposé en Amérique une unité plus rationnelle, le rutherford (ainsi nommée d'après le grand savant anglais qui réalisa les premières transmutations) correspondant à l'émission de 10^6 particules par seconde.

particulièrement précieux parce qu'il peut être produit relativement facilement et en grandes quantités, ce qui permettrait de généraliser la curiethérapie. C'est ainsi qu'une petite pile atomique en fonctionnement au Canada aurait fourni en six mois l'équivalent de 600 curies de radium.

ENCORE UN NOUVEAU FACTEUR VITAMINIQUE : LE P. A. B.

Les dernières années ont vu la science des vitamines s'enrichir de la découverte de plusieurs substances apparentées, par leurs propriétés physiologiques, aux vitamines classiques. Les plus importantes sont, d'une part, la biotine et l'acide pantothénique, constituants du « bios » (1), d'autre part l'acide folique (2).

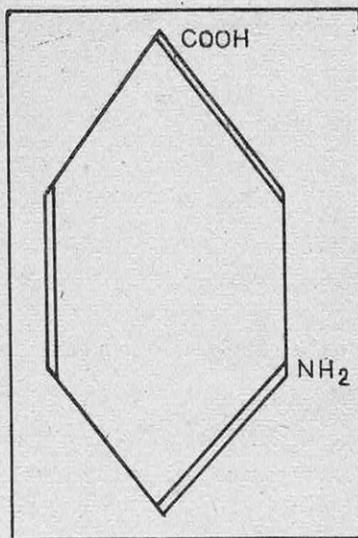


FIG. 2. — STRUCTURE CHIMIQUE DU FACTEUR VITAMINIQUE P. A. B.

On peut désormais ajouter à cette liste l'acide *para*-aminobenzoïque, ou P. A. B., que certains auteurs dénomment vitamine H₁.

Cette substance, de structure

(1) Ensemble de « facteurs de croissance », excitants chimiques de la multiplication cellulaire (voir *Science et Vie*, n° 332, p. 218).

(2) Voir *Science et Vie*, n° 353, p. 102.

très simple (fig. 2), est connue depuis fort longtemps et entre, combinée avec divers alcools, dans la constitution de plusieurs anesthésiques locaux classiques (novocaïne, larocaïne, etc.). Ce n'est que récemment toutefois que ses propriétés biochimiques ont fait l'objet d'une étude approfondie.

La principale source du P. A. B. est la levure de bière, dans laquelle on la trouve aux côtés des divers autres facteurs vitaminiques apparentés au groupe B (vitamines B₁, B₂, B₆, bios, acide folique). Sa présence a été également décelée dans le foie, l'extrait de muscle et divers aliments végétaux (chou, riz non décortiqué, etc.) D'une façon générale, ce sont les aliments riches en vitamines du groupe B qui contiennent du P. A. B., ce qui conduit à penser que son action physiologique doit se rapprocher de celle des autres facteurs de ce groupe (qui interviennent dans les processus diastatiques et jouent le rôle de « facteurs de croissance »).

Aussi bien est-il démontré qu'à l'instar des autres vitamines du groupe B, le P. A. B. est indispensable à la croissance de certains microorganismes, en particulier les bactéries intestinales qui synthétisent l'acide folique. (Par contre, il exerce une action inhibitrice sur certaines bactéries pathogènes, notamment les rickettsies du typhus exanthématique).

Mais le P. A. B. possède également une action spécifique qui le différencie des autres facteurs du groupe B. Il est démontré que c'est sa carence et non celle de l'acide pantothénique, comme on l'a longtemps cru, qui entraîne le grisonnement des cheveux ou *canitie*. Ausbacher a prouvé expérimentalement, en 1941, que le P. A. B. exerçait une action préventive sur ce phénomène. De plus, le P. A. B. absorbe sélectivement les radiations qui causent les « coups de soleil » ou *actinodermites*.

Ces diverses propriétés peuvent trouver d'importantes applications thérapeutiques. Administré par la bouche à doses de l'ordre d'un demi-gramme par jour, le P. A. B. permettrait de renoirir en deux à trois mois les cheveux grisonnants. Sieve obtiendrait 80 % de succès chez les sujets qu'il traite ainsi.

Dans la lutte contre les coups de soleil, le P. A. B. peut être utilisé en pommades protectrices, mais aussi par voie buccale. Enfin son action inhibitrice à l'égard des rickettsies du typhus exanthématique a été mis à profit lors de l'épidémie de 1942, en Égypte : de fortes doses (2 à 3 g toutes les heures) permirent de raccourcir notablement la durée de la maladie.

Le P. A. B. est bien toléré par l'organisme, même à doses élevées. Il peut être administré par piqûres intraveineuses. Dans ce cas, on utilise des solutions à 2 ou 5 % de son sel sodique.

Ce nouveau facteur vitaminique possède donc dès à présent une valeur thérapeutique certaine.

LE VENT ET LA PROPULSION ÉLECTRIQUE DES BATEAUX

Si la voile a cédé la place au moteur pour la propulsion des navires, de nombreux bateaux utilisent encore la force du vent, notamment les flottilles de pêche. Encore doit-on constater que beaucoup de ces embarcations sont munies d'un moteur de secours leur permettant au moins de rentrer au port en cas de calme plat. Mais cela entraîne évidemment la consommation d'un carburant dont le prix est toujours élevé.

C'est pour s'affranchir de cette sujétion que M. Barigant a imaginé le dispositif éolien électrique que l'on voit installé sur la fig. 3. Il se compose d'une éolienne actionnant une dynamo alimentant soit une batterie d'accumulateurs, soit un moteur électrique actionnant une hélice marine.

Ainsi, chaque fois que le bateau ainsi équipé est au port et que le vent est suffisant, ce qui se produit très fréquemment sur les côtes, il peut recharger ses accumulateurs en utilisant l'énergie gratuite du vent.

Dès lors, la navigation s'effectuera de la façon suivante. Lorsque le vent souffle, l'hélice aérienne en rotation propulsera l'embarcation en même temps qu'elle chargera la batterie. Le vent vient-il à tomber subitement, la batterie actionnera le moteur de l'hélice



FIG. 3. — ÉLECTRO-BOT ET SON ÉOLIENNE

marine. Donc, si les périodes de calme absolu ne dépassent pas la durée de décharge complète des accumulateurs, rien ne limite le rayon d'action du bateau ainsi équipé.

Bien que rien ne s'oppose à l'utilisation de cet aménagement sur n'importe quel genre de navire, il convient particulièrement bien aux services de rade, aux passages de plans d'eau, à la surveillance côtière, à la petite pêche, au pilotage, au yachting, etc.

Dans une embarcation du genre de celle représentée figu-

re 3 on peut admettre un groupe générateur de 3 kW; en tablant sur seize heures de vent par vingt-quatre heures, on dispose ainsi de 48 kWh. Compte tenu du rendement de la batterie, celle-ci pourra restituer environ 40 kWh, c'est-à-dire alimenter un moteur de 5 ch pendant dix heures sans aucune recharge.

VOILES EN NYLON

PAR suite de la pénurie de tissu de coton pour la confection des voiles, les fabricants ont commencé à

produire des voiles en nylon. D'après le *Journal de la Marine marchande*, bien que le nylon soit plus difficile à travailler et soit d'un prix de revient plus élevé que le coton, il est plus résistant et sèche plus rapidement. Les voiles de nylon résisteraient d'autre part très bien aux attaques des cryptogames.

CE TRACTEUR S'ATTELÉ COMME UN CHEVAL

Tout a été dit sur les avantages du tracteur agricole : rapidité et régularité du travail, dépense nulle

tables et relevables à voie variable.

La partie avant motrice, articulée avec le bâti arrière autour d'un axe vertical, comprend le moteur et ses accessoires et deux chenilles juxtaposées. Ces chenilles engrènent avec un rouleau commun de solidarisation qui, pour un virage, peut être soulevé par une commande à distance. Un patin de frein s'applique alors sur la chenille intérieure au virage. Ce dispositif permet de tourner court, manœuvre souvent nécessaire dans les champs. Sur la route, il suffit d'utiliser le volant normal pour faire pivoter tout l'avant autour de l'axe vertical qui le relie au bâti arrière.

L'encombrement prévu pour

due. Ayant été appelé pour soigner une vache malade, il fut amené à penser que le tube digestif de celle-ci était obstrué par un corps étranger. Pour contrôler ce diagnostic, il eut l'idée de recourir à un détecteur de mines, car il était pour le moins difficile de faire accéder le bovin à un appareil médical de radioscopie. La présence d'un objet métallique fut ainsi décelée, et l'on décida d'opérer la vache. Des entrailles de celle-ci fut retirée une bobine en acier, qu'elle avait probablement avalée par mégarde. Grâce à l'emploi d'un détecteur de mines, le ruminant put ainsi recouvrer la santé.

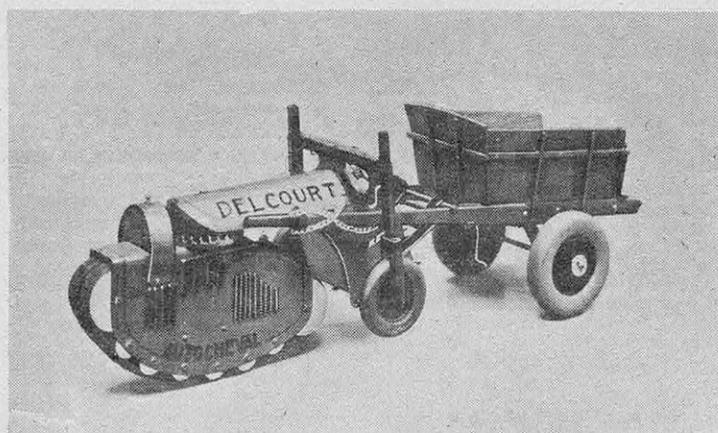


FIG. 4. — LE TRACTEUR ATTELÉ DANS LES BRANCARDS D'UNE CHARRETTE

pendant les périodes de repos assez longues en certaines saisons, etc... Toutefois, son adaptation aux véhicules ou aux outils à traction animale nécessite des transformations du matériel de la ferme.

Pour libérer l'agriculteur de cette sujétion, M. Delcourt a imaginé un nouveau tracteur muni de dispositifs spéciaux lui permettant de prendre instantanément la place du cheval.

Le bâti arrière de ce tracteur comporte, en effet, en dehors du siège du conducteur et des organes de commande et de conduite, des pattes de liaison pour son attelage aux brancards du véhicule à remorquer, et deux bras de traction articulés s'accrochant à la barre transversale avant de ce véhicule. Ce bâti est supporté par un train de roues démon-

strateur est de : 0,50 m de large, 1,50 m de haut, 3 m de long, voie variable de 1,50 à 2 m ; puissance 10 à 20 ch. Il pourrait évoluer en avant ou en arrière, circuler aisément dans les cultures interlignées, être attelé par exemple à un appareil de sulfatage de la vigne et assurer le remorquage du haquet.

DÉTECTION DES MINES ET MÉDECINE VÉTÉRINAIRE

UN vétérinaire anglais, le D^r Hudson, a trouvé récemment aux détecteurs de mines une application pacifique assez inatten-

VERS LA DÉTERMINATION VOLONTAIRE DU SEXE

IL a été établi depuis longtemps que le sexe d'un enfant est déterminé génétiquement dès la conception, lors de l'union des deux gamètes fournis par les parents. Chez les mammifères, les gamètes mâles, ou spermatozoïdes, contiennent en proportions égales les uns un chromosome X, les autres un chromosome Y. Les premiers déterminent le sexe féminin du rejeton ; les seconds, le sexe mâle.

Le problème de la détermination du sexe consiste donc à éliminer la possibilité de fécondation de l'ovule par une des deux catégories de spermatozoïdes. Il suffirait, par conséquent, d'effectuer la séparation des spermatozoïdes à chromosomes X ou Y et de pratiquer une insémination artificielle à partir de l'un des deux produits au choix.

Un biologiste américain, E. Newton Harvey, a indiqué un moyen d'effectuer cette séparation. Il remarque que le chromosome X, contenant un peu plus de chromatine que son « isotope biologique », le chromosome Y, doit être un peu plus dense que lui ; il doit donc être possible de faire la séparation par centrifugation au moyen d'une ultracentrifuge-

geuse spéciale pouvant différencier des densités très voisines (1). On est déjà parvenu à séparer par cette méthode des ovules d'oursin, car, chez cet animal, c'est la cellule femelle qui contient la paire dissymétrique de chromosomes, et c'est par conséquent l'ovule, et non le spermatozoïde, qui détermine le sexe.

UN DÉTECTEUR DE GAZ NOCIFS

L'ATMOSPHÈRE que nous respirons peut se trouver trop souvent souillée par des gaz nocifs qui entravent le mécanisme normal de la fixation d'oxygène par les globules rouges du sang ou le fonctionnement de certains ferments spécifiques, existant seulement en quantité restreinte, et indispensables pour que s'opèrent certains processus d'échange des substances de l'organisme. De telles intoxications, dont la plus connue est celle par l'oxyde de carbone, peuvent être provoquées parfois par des traces de gaz. C'est ainsi qu'il suffit d'une teneur en volume de 0,03 % d'acide cyanhydrique, aspiré pendant quelques minutes, pour tuer un adulte. L'acide sulfhydrique est aussi très dangereux, mais son odeur extrêmement caractéristique prévient heureusement à temps, encore que l'odorat puisse s'estomper ; le gaz carbonique, par contre, est sans odeur, et l'acide cyanhydrique n'est pas senti par de nombreuses personnes. Le gaz carbonique peut se manifester dans les mines, ou bien dans les garages et les chaufferies, dans le cas de combustion incomplète. L'acide cyanhydrique peut subsister après des travaux de désinfection de navires ou d'habitations, ou dans les ateliers de galvanisation, par une manipulation inconsiderée des bains. Il serait donc utile de disposer d'un appareil d'alerte objectif, suffisamment sensible pour réagir aux traces de gaz ou de vapeurs nocifs.

(1) Voir : « L'ultracentrifugation » (*Science et Vie* n° 338, novembre 1945), p. 194).

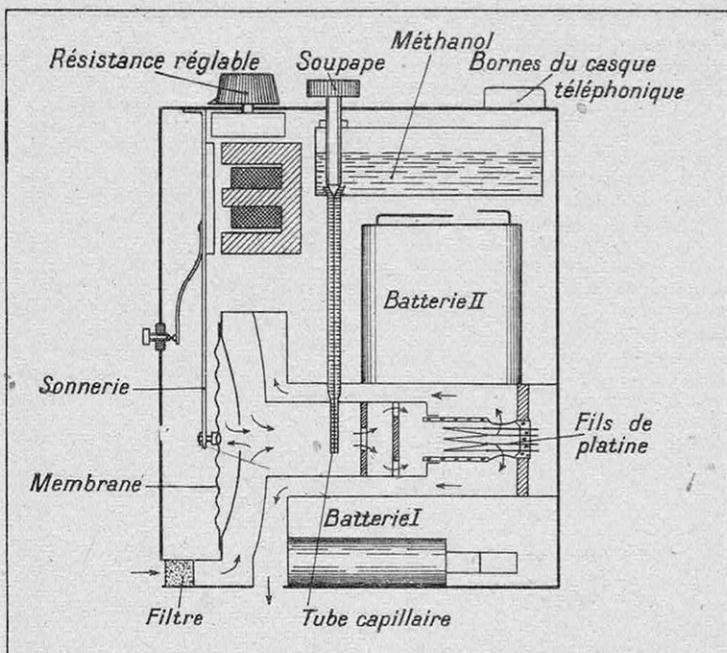


FIG. 5. — COUPE D'UN MODÈLE PORTATIF DE DÉTECTEUR DE GAZ NOCIFS

Le méthanol tombe goutte à goutte par le tube capillaire dans la chambre de mélange où il est entraîné par l'air soufflé par la membrane mise en vibration par la sonnerie. Le mélange gazeux passe sur le catalyseur porté par les fils de platine. La chambre de mélange est préchauffée par les gaz d'oxydation, de sorte que la température des fils est peu affectée par les variations de température de l'air ambiant. La résistance réglable est utilisée pour équilibrer le pont. La batterie I, du type lampe de poche, assure le fonctionnement normal ; la batterie II sert à désintoxiquer le catalyseur.

Une solution à ce problème a pu être suggérée par l'analogie que présente l'intoxication du corps humain avec l'empoisonnement d'un catalyseur de platine finement divisé. Si l'on provoque une réaction d'oxydation à l'aide d'un tel catalyseur, on observe un dégagement de chaleur ; lorsque l'air qui fournit l'oxygène nécessaire à la réaction renferme une substance nocive, le catalyseur n'agit plus, de sorte que la réaction et le dégagement de chaleur cessent. Le contrôle de la présence de substances nocives dans l'atmosphère se ramène donc au contrôle d'un dégagement de chaleur.

Dans l'appareil représenté par la figure 5, la réaction d'oxydation choisie est celle du méthanol (ou alcool méthylique) dont la vapeur mélangée à de l'air passe sur une couche de mousse de platine appliquée

sur un fil de platine. Ce fil s'échauffe jusque vers 120 à 150° C. La présence d'une substance nocive fait immédiatement tomber sa température, de sorte que sa résistance électrique diminue, et que, si le fil a été placé dans un pont préalablement équilibré, le déséquilibre qui en résulte se traduit soit par un bourdonnement dans un écouteur, soit par l'intermédiaire d'un relais, par la mise en marche d'une sirène ou l'allumage de lampes de signalisation. Après l'alerte il suffira de désintoxiquer le catalyseur par un court chauffage à 400° C, pour mettre de nouveau l'appareil en état de fonctionnement.

Le catalyseur étant sensible aux vapeurs d'essence, on devra, dans les garages, utiliser un filtre absorbant la vapeur d'essence et laissant passer l'oxyde de carbone.

V. RUBOR

LE CALCULATEUR ROPLEX

Mieux qu'une règle à calcul.

Une nouveauté très intéressante en PLEXIGLAS gravé. C'est un disque à calcul de poche, très perfectionné, insensible aux intempéries, équivalent d'une règle à calcul linéaire de 35 cm.

Forme d'une plaque carrée de 14 cm de côté sur 0,5 cm d'épaisseur.

Sa conception, comportant des disques fixes et mobiles, mus par 2 mollettes, offre des possibilités de calculs multiples et très rapides.

C'est, de l'avis des spécialistes, un instrument de travail remarquable pour l'ingénieur, l'étudiant, le bureau d'études, d'une fabrication et d'une présentation impeccables.

Livré en étui simili-cuir, f° 1 950 fr., baisse déduite, contre mandat-carte.

Notice contre timbre 4 fr. 50. ANIC. MAYO, 64, av. Neuilly, Neuilly (Seine). Vente directe seulement.

LOCAFILM

offre au public une collection très variée de films PATHE-BABY 9,5 mm. Son organisation permet de répondre aux désirs des patronages, écoles et des familles.

Suivant disponibilités : vente de cameras, projecteurs, jouets scientifiques, appareils photos. Notice SG sur demande. — LOCAFILM, 64, rue Turbigo, Paris. Arch. 72-09.

DÉFENDEZ VOTRE BIEN

Le succès d'un cambriolage dépend plus encore de la négligence de la victime que de l'audace du cambrioleur...



Le rôle de TELEMATIC est de déceler toute tentative d'effraction ou d'intrusion à l'égard des locaux ou objets qu'il protège, de donner

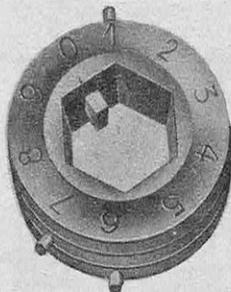
l'alarme et par là, de contraindre le malfaiteur à la retraite.

Des dispositifs détecteurs appropriés aux risques les plus variés décelent les premiers efforts d'intrusion des malfaiteurs. Ils transmettent leurs perceptions, grâce au circuit électrique sur lequel ils sont intercalés, à un tableau central qui les traduit en alarme sonore et lumineuse. Tous ces éléments sont rigoureusement inviolables. Toute tentative de sabotage, de jour comme de nuit, est immédiatement décelée et signalée. L'installation est donc autoprotégée.

De telles garanties excluent l'utilisation d'éléments quelconques collectés au hasard et ne peuvent être offertes que par un installateur alliant, comme TELEMATIC, la technique la plus récente à une expérience de longue date.

Pour tous renseignements, s'adresser à : LE TELEAUTOMATE, 24, rue d'Armailé, Paris. Éto. 06-30.

ANTIVOL DE ROUES «FIXÉCROU» INVIOLE



«R. A. M.», 3, rue Villaret-de-Joyeuse, Paris (XVII^e) et chez tous les garagistes ou marchands d'accessoires.

Son efficacité se trouve confirmée par les hautes récompenses reçues dans tous les concours où il a été exposé.

C'est une fabrication C.M., 32, passage Gambetta, Paris (XX^e).

Distributeur

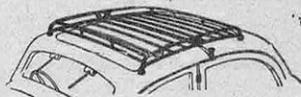
UNE FORMATION TECHNIQUE IMPECCABLE

Vous qui faites carrière dans l'aviation, l'automobile, la radioélectricité, — et vous qui voulez y faire carrière — devenez, sans déranger vos occupations habituelles un spécialiste de valeur, assurez-vous une brillante situation, par l'enseignement ultra-moderne, servi par des professeurs d'élite et « à la page », de l'ECOLE DES TECHNIQUES NOUVELLES, 65-67, Champs-Élysées, Paris. Entraînement et travaux pratiques. Placement. Tous renseignements et notice C-6 contre 9 francs en timbres.

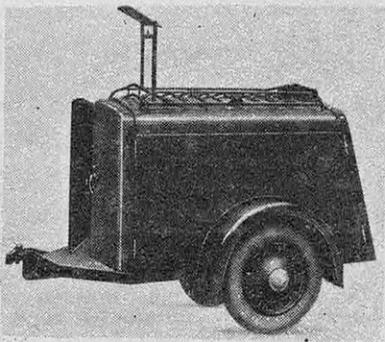
Filiale en Suisse et en Belgique.

LE PROBLÈME DU TRANSPORT

...a toujours été à l'ordre du jour, et actuellement il est nécessaire d'obtenir plus que jamais la meilleure utilisation des moyens existants. La galerie de toit amovible O. L. D. se fixe instantanément aux carrosseries.



Cette maison construit également des porte-bagages, des malles de toit, porte-vélos, porte-skis arrière, des



remorques-fourgons métalliques de 400 et 600 kg et des marchepieds adaptables aux Citroën.

O. LECANU, D, 51, rue Raspail, à Levallois (Seine). Tél. : Per. 01-29.

UN STYLO A GRANDE CONTENANCE GARANTI POUR L'EXISTENCE

La capacité de 10 stylos.

Le dernier mot n'est pas dit dans l'industrie du stylo. Il y a mieux... Supprimant l'encrier et la panne d'encre, voici le TANK-400. Stylo 100 % français, breveté, capable d'écrire des mois sans arrêt... ET GARANTI A VIE.

Il a été conçu, mis au point et réalisé par M. PIERRE BAINNOL, spécialiste réputé du stylo.

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).

Fabriquée en PLEXIGLAS, il est incassable. Les clips, joncs

et plume sont en métal doré or fin, pratiquement inaltérables.

Les cartouches d'encre sont garnies de bleu radio ou bleu noir Stephens, encre extra-fluide, de réputation mondiale.

Le TANK-400 est livré en écrin de luxe, avec quatre cartouches de recharge, 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.

Le TANK-400 et ses cartouches de recharge sont vendus par tous les spécialistes du stylo.

TRÈS IMPORTANT. — 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.

GROS, Éts Pierre BAINNOL et C^o, 19, rue de Sartoris, LA GARENNE-COLOMBES (Seine).



TOUTES LES CARRIÈRES
DE L'AUTOMOBILE

Motoriste, mécanicien - chauffeur, électricien - réparateur, employé ou magasinier de garage, vendeur-représentant en automobiles, etc., vous serez ouvertes en suivant nos cours par correspondance qui feront de vous des techniciens et mécaniciens de premier ordre.

- Préparation au service militaire dans l'armée motorisée ;
- Conduite, entretien et dépannage de tracteurs agricoles ;
- Autorails, chemin de fer de France et des Colonies ;
- Mécanicien - dépanneur des P. T. T.

COURS TECHNIQUES AUTO
rue du Docteur-Cordier,
Saint-Quentin (Aisne).

Renseignements gratuits sur demande.

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

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

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

L'INSTITUT NATIONAL
D'ÉLECTRICITÉ ET DE RADIO
3, rue Laffitte, à Paris (IX^e).

MÉFIEZ-VOUS
DES IMITATIONS

Le succès d'un bon produit fait naître des imitations.

Exigez bien un **CORECTOR**, la marque réputée par sa qualité et ses bouchons styligoutte.

Retenez bien ceci :

Avec **CORRECTOR**

on efface comme on écrit.

**DANS 3 MOIS
VOUS SEREZ COMPTABLE**
(traitement : 7 500 à 10 500 fr.).
4 MOIS suffisent pour faire de vous un bon **Secrétaire Sténodactylo** (traitement jusqu'à 9 500 fr.) grâce aux célèbres cours par correspondance de l'ÉCOLE PRATIQUE DE COMMERCE, 74, rue Saint-Désiré, Lons-le-Saunier (Jura).

Actuellement, le nombre des emplois offerts aux anciens Éléves 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.

UNE GRANDE DÉCOUVERTE :
LA RADIESTHÉSIE PHYSIQUE

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

mois pour vos résultats professionnels pratiques. Brillants succès garantis, déjà acquis par milliers d'élèves enthousiastes. Brochure explicative importante, avec attestations de résultats étonnants de prospecteurs, commerçants, ingénieurs, scientifiques, médecins, physiciens, contre 10 francs timbres pour frais d'envoi. ÉCOLE INTERNATIONALE DE RADIESTHÉSIE par correspondance, 37-26, rue Rossini, Nice.

PARENTS, VOICI DU NOUVEAU
POUR VOS ENFANTS

L'ÉCOLE A. B. C. vient de créer un cours de dessin par correspondance, spécial pour les enfants de huit à treize ans. Enfin, une méthode amusante et réellement pratique qui guidera votre enfant, l'aidera à préciser ses impressions, formera et affinera son goût.

Apprendre le dessin n'est pas seulement un passe-temps agréable, c'est un devoir de prévoyance, car, en plus de l'agrément qu'il procure, il peut ouvrir la voie vers maintes carrières intéressantes et lucratives. Si votre enfant ne devient pas un artiste et quelle que soit sa carrière, la pratique du dessin enrichira sa personnalité et sera pour lui une source de supériorité et de satisfaction.

Renseignez-vous : demandez l'album illustré envoyé gratuitement et sans engagement de votre part.

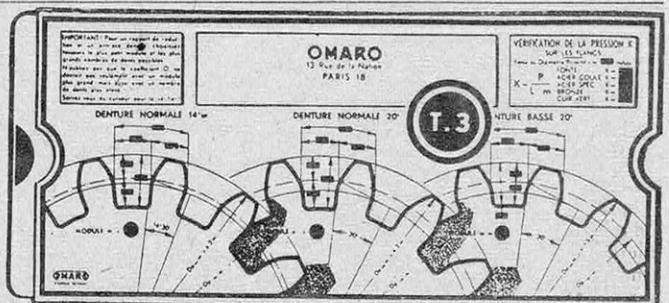
ÉCOLE A. B. C. DE DESSIN

(Enfants 65),

12, rue Lincoln, Paris (VIII^e).

95 PHOTOS RÉUSSIES
SUR 100

Vous réussirez couramment des photos artistiques si, au lieu de vous fier au hasard, vous apprenez à vous servir de votre appareil. Plus de pellicules gâchées, plus de souvenirs de réunions ou d'excursions irrémédiablement perdus si vous suivez le passionnant cours « LA PHOTO FACILE » qui vous enseignera par correspondance cet art qui vous donnera tant de joies. Demandez aujourd'hui la belle brochure illustrée de 16 pages SVI à « LA PHOTO FACILE », 11, rue Kepler, Paris (17^e) (joindre 15 francs en timbres).

CURSEUR OMARO
T. 3 : 80 fr. (Baisse 10% + Port)
DIMENSIONS, CALCULS
ENGRÉNAGES

PROBLÈME POSÉ : LECTURE DIRECTE DE SA SOLUTION
Les curseurs OMARO sont des règles à barèmes ou à calcul à lecture objective. De nombreux modèles concernant l'industrie, les mathématiques ont été réalisés. Plus de 25 modèles OMARO, 13, rue de la Nation, PARIS (XVIII^e). - (MONmarte 21.65.)

actuellement en vente, de 50 à 400 fr. Indispensables à tous les ingénieurs, bureaux d'études, étudiants. Excellent moyen de publicité par l'objet pour commerce industrie. Documentation franco.

**SANS DIPLOME...
VOUS POUVEZ DEVENIR**

sous-ingénieur ou ingénieur d'Etat, rapidement, chez vous, sans quitter vos occupations. *Vingt ans de succès.* Demandez *Manuel des Carrières*, n° 617. Envoi gratuit. **ÉCOLE AU FOYER**, 39, rue Denfert-Rochereau, Paris.

**CONTRE LE VOL
DE L'ESSENCE**

L'essence est chère et rare...

Protégez-la contre le vol dans votre



réservoir, en munissant celui-ci du bouchon de sécurité breveté « Éclair », rigoureusement inviolable grâce à la conformation spéciale de son ressort, imperdable, étanche, pratique et luxueusement chromé.

Entièrement en acier traité, le bouchon « Éclair » est monté en quelques minutes sur tous les goulots dits « à baïonnette », tels que : Citroën, Renault, Peugeot, Simca, etc. (à désigner).

Gros : Éts CHALUMEAU, constructeurs, 13, rue d'Armenonville, Neuilly-sur-Seine. Tél. : Maillot 07-07.

VUES MODERNES SUR LA PHOTO D'AMATEUR :

« LA CHRONIQUE GRENIER »

Nous préférons en photo le format 24 x 36 parce que :

1. Il utilise le film standard 35 mm :

1° Ce film existe en plusieurs sensibilités adaptées à tous les travaux ;

2° Le numérotage en marge de chaque vue permet de commander aisément les agrandissements désirés ;

3° Il est possible de charger l'appareil avec le nombre de vues utiles ;

4° Les accessoires correspondant à ce film sont parfaitement au point et les bandes sont manipulées, même chez le façonnier en travaux, sans risque de détériorations ;

5° Les matériels de classement des négatifs, de projection, de visionnage, de montage sont simples et pratiques.

II. *Aucun autre format n'a mis autant en avant les possibilités de l'optique moderne.*

a. Les grandes ouvertures (f. 1,9), les objectifs grand angle (90°), les téléobjectifs (f. 135, f. 90) s'utilisent avec aisance. Résultats stupéfiants ;

b. La photo scientifique et documentaire a trouvé sa voie dans le microfilm et la projection. Grâce au film 35 mm, le seul format de projection international est aujourd'hui le 24 x 36 mm. En trois ans, il a fait disparaître le format 8,5 x 10 cm.

Voici quelques appareils « petit format » que nous avons disponibles en petite quantité et qui tous donneront aux amateurs des joies totales par leurs qualités.

TÉLÉPHONE IDÉAL EN HAUT-PARLEUR



La preuve est faite que seul l'interphone permet l'organisation rationnelle des liaisons directes et à haute voix entre les bureaux. Plus de déplacements inutiles, chacun pouvant être appelé et parler à distance de l'appareil.

Voici quelques avantages particuliers aux appareils « INTERVOX » :

- Installation simple et économique.
- Intercommunication totale (brevet INTERVOX).
- Liaison directe et séparée de chaque service.
- Puissant, sensible, fidèle, robuste.
- Usure réduite, les lampes ne débitant que pendant les conversations (brevet INTERVOX).
- Écoute libre (surveillance).
- Silence total en « attente », exempt de ronflement en « service ».
- Comportent « circuit d'écoute », « secret », « appel général », « signalisation pas libre », écouteur téléphonique pour écoute confidentielle.
- Modèles de 4 à 20 directions.
- Par sa production intense, la SOCIÉTÉ INTERVOX assure :
- Prix avantageux. Installations éprouvées. Délais rapides.
- Les meilleures références :

Ministères, administrations, services publics, cliniques, etc.

SOCIÉTÉ INTERVOX

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

Tél. : Diderot 03-92.

Documentation sur demande.

Foire de Paris : Hall du Bureau moderne, Stand 39.02.

1° ELGY, f. 3,5	3 000 »	Viseur REX.....	4 600 »
Déclencheur	50 »	Vis. BLOSCOP-SOMMOR	2 850 »
Sac toujours prêt	810 »	Filtres de laboratoire 13x18	225 »
2° SEM KIM, f. 2,9	5 580 »	Nouv. chargeurs KARAT..	43 »
Sac toujours prêt	810 »	Agrandisseurs LYNXA....	7 475 »
3° ONTOBLOC, nouveau		Parasoleils pliants.....	260 »
modèle, f. 3,5	10 290 »	Bobineuse SOMMOR.....	550 »
Sac toujours prêt	810 »	L'appareil PHOTAX 6 x 9	800 »
4° FOCA, f. 3,5, 35 cm	16 200 »	Le FEX 4 x 6,5 avec sac...	810 »
Sac toujours prêt	1 460 »	PLANOX lant. projection.	7 000 »
		Album NEGALBUM pour	
		600 clichés 24 x 36....	630 »
		Révl. LAZUTON p ^r 5 l.	135 »
		Ampoules 75 W p ^r agrand.	125 »
		ROLL LEICATHEQUE,	
		30 films	185 »
		SAC spécial pour 6 x 9,	
		3 filtres et une bobine.	1 335 »
		LECONS de PHOTO, livre.	475 »
		Le PAYSAGE, de Masclat.	200 »
		Objectif KYNOR 3,5-	
		50 mm pr agrandisseur.	1 662 »
		VISIONEUSES ANIMÉES	3 500 »
		Pour monter facile! les films	
		de 8 mm, 9,5 et 16.	

Tous les articles en italiques sont disponibles. Le chiffre qui suit l'article indique le prix net toutes bases légales déduites.

GRENIER, 27, rue du Cherche-Midi (métro Sèvres-Babylone), magasin ouvert tous les jours, sauf le samedi, C. P. 1526-49, Paris. Notices et renseignements contre timbre 4,50 fr.

Nous expédions contre remboursement. Emballage et port facturés au juste prix. FRANCO TOTAL pour commande supérieure à 3 000 fr. Pour les colonies, nous préférons le paiement par virement postal.

T. S. F.

Qualité « LABEL ». Garantie deux ans. Vente directe sans intermédiaire. Au comptant : à partir de 7550 francs. A crédit : Grands supers à partir de 620 francs par mois. Expédition rapide dans toute la France. Catalogue et conditions envoyés gratuitement. Sans engagement de votre part.

TELESON RADIO

Service Province E,

33, avenue Friedland, PARIS (8^e)

LA MÉTHODE MENTALE DANS LA VIE PRATIQUE



Toutes les qualités professionnelles, toutes les connaissances techniques peuvent être complètement annihilées ou tout au moins très diminuées par le manque de méthode mentale dans la conduite du travail.

Comme un homme averti, un ingénieur aux facultés mentales rationnellement développées en vaut deux. Cette capacité indispensable, ainsi que beaucoup d'autres non moins nécessaires (autorité, volonté, goût de l'effort, initiative, confiance en soi, mémoire, jugement, etc.) vous seront facilement inculquées par la pratique des cours de l'Institut PELMAN.

Demandez la documentation n° VI-2-B à l'Institut PELMAN, 176, boulevard Haussman, Paris.

VOUS AVEZ BESOIN DE SAVOIR RÉDIGER

Savoir bien rédiger est une condition essentielle de réussite, non seulement dans la Presse et l'Illustration, mais dans l'Administration, les Affaires, la Publicité.

Vous qui avez toujours eu le goût d'écrire, qu'attendez-vous pour devenir reporters, journalistes, romanciers?

Ingénieurs, techniciens, rédacteurs, employés ou chefs d'atelier, vous avez besoin de mettre de la précision, de la chaleur, de la vigueur, dans vos rapports, vos mémoires, vos lettres, vos articles techniques.

L'ÉCOLE A. B. C. de RÉDACTION vient de créer à votre intention des branches de spécialisation toutes nouvelles parmi lesquelles vous pouvez choisir celle qui correspond à vos besoins ou à vos projets :

ROMAN, NOUVELLE, CONTE, POÉSIE, COMPOSITION THÉÂTRALE, SCÉNARIO, JOURNALISME, ART DE PARLER, REDACTION PUBLICITAIRE, COURRIER COMMERCIAL.

Renseignez-vous et demandez la brochure « L'Art d'écrire », offerte gratuitement, vous y trouverez une documentation très complète sur l'École A. B. C. et sa méthode éprouvée. (Joindre 9 fr. pour frais d'envoi.)

ÉCOLE A. B. C. (RÉDACTION W-9)
12, rue Lincoln, PARIS (VIII^e).

L'ESSENCE EST CHÈRE ET RARE...



...aussi est-il nécessaire d'en obtenir le meilleur rendement.

Il faut éviter au moteur de chauffer, et pour cela le débarrasser du tartre qui obstrue la circulation d'eau et qui

occasionne surconsommation d'huile et d'essence, grippages, bielles coulées, etc. Le détartrant S. T. I. C. pour auto, production de la Société pour le traitement des chaudières, 36, boulevard de la Bastille à Paris, spécialiste depuis quatorze ans des questions de détartrage industriel, livre des comprimés de 20 grammes à l'intention des automobilistes. Il s'agit d'un produit de sécurité homologué par le ministère de l'Air, n'ayant aucune action sur les culasses en aluminium. Le détartrage ne revient qu'à 12 francs, et l'entretien, 6 francs par mois.

20 A 25.000 FRANCS PAR MOIS



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

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° 33060. CLASSES SECONDAIRES COMPLÈTES : Baccalauréats.
- N° 33061. CLASSES PRIMAIRES COMPLÈTES : Brevets.
- N° 33062. ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR : Licence ès Lettres.
- N° 33063. COURS D'ORTHOGRAPHE.
- N° 33064. COURS DE RÉDACTION.
- N° 33065. FORMATION SCIENTIFIQUE (Math., Phys., Chimie).
- N° 33066. DESSIN INDUSTRIEL.
- N° 33067. INDUSTRIE : Certificats d'aptitude professionnelle.
- N° 33068. RADIO, CERTIFICATS DE RADIO DE BORD (1^{re} et 2^e classes).
- N° 33069. COMMERCE ET COMPTABILITÉ : Certificats d'aptitude professionnelle.

- N° 33070. DUNAMIS (Culture mentale).
- N° 33071. PHONOPOLYLOTTE (Anglais, Allemand, Italien, Espagnol).
- N° 33072. DESSIN ARTISTIQUE.
- N° 33073. COURS D'ÉLOQUENCE.
- N° 33074. COURS DE POÉSIE.
- N° 33075. FORMATION MUSICALE.
- N° 33076. INITIATION AUX GRANDS PROBLÈMES PHILOSOPHIQUES.
- N° 33077. COURS DE PUBLICITÉ.
- N° 33078. CARRIÈRES DES P. T. T. ET DES TRAVAUX PUBLICS.
- N° 33079. ÉCOLES D'INFIRMIÈRES ET ASSISTANTES SOCIALES, ÉCOLES VÉTÉRINAIRES.

Plusieurs milliers de brillants succès aux examens officiels

ÉCOLE DES SCIENCES ET ARTS

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

Resterez-vous toujours un sous-ordre ?

Vous souhaitez en vous-même être au nombre de ceux qui dirigent au lieu de rester parmi ceux qui obéissent.

Votre éducation, vos connaissances ne sont pas des éléments suffisants pour vous permettre de vous élever dans la hiérarchie sociale. 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** universellement connue.

Demandez documentation VI-25-Z.



176, boulevard Haussmann, PARIS (8^e)

Londres, New-York, Amsterdam, Stockholm, Dublin, Melbourne, Delhi, Calcutta, etc.

JEUNES GENS III

sans quitter votre emploi actuel

ASSUREZ VOTRE AVENIR !

CHOISISSEZ UNE CARRIÈRE REMUNÉRATRICE !

LA RADIO manque de spécialistes

Il faut des **RADIOTECHNICIENS** dans l'ARMÉE, l'AVIATION, la MARINE

l'INDUSTRIE, le COMMERCE, l'ARTISANAT

Nos élèves sont suivis par des Professeurs de valeur

Cours de tous les sous leur direction

D E G R E S P O S T E

Préparation aux Envoi du

diplômes officiels matériel

PLACEMENT à

ASSURE DOMICILE



ÉCOLE PRATIQUE

D'APPLICATIONS SCIENTIFIQUES

39, rue de Babylone - PARIS-VII^e

Cours par correspondance

Demandez notre documentation gratuite N° 45

Anglais Espagnol Allemand Russe

Vous parlerez une de ces langues vite, facilement, en vous amusant.

Ne tardez pas un jour de plus. Avec un cours de conversation Linguaphone et votre phono chez vous, vous apprenez à parler la langue de votre choix de la manière la plus intéressante possible, car Linguaphone vous apporte les professeurs les plus éminents de chaque pays.



Cette méthode pratique et attrayante transforme l'étude en une véritable distraction. Vos progrès vont étonneront, en quelques mois, vous parlerez couramment.

Une brochure de 20 pages explique combien il est facile d'apprendre une langue par Linguaphone

Cette brochure de 20 pages vous sera envoyée par retour, gratuitement, et sans engagement de votre part. Vous y trouverez une explication complète de cette méthode facile et passionnante et un aperçu des mille débouchés que vous ouvrira la connaissance d'une langue ainsi que tous détails sur notre offre d'essai gratuit. (Joindre 9 francs pour frais d'envoi.)

LINGUAPHONE

(Dépt. A. 28) - 12, Rue Lincoln, PARIS (VIII^e)

Monsieur le Directeur,

Veuillez m'envoyer gratuitement et sans engagement votre brochure de renseignements et les conditions d'essai gratuit.

NOM

ADRESSE

Écrivez-nous avec détails: langue qui vous intéresse, but poursuivi; nous répondrons à vos questions.

Un Laboratoire sur votre Table

C'est ce que nous vous offrons avec un enseignement complet sur
**LA RADIO, LA TÉLÉVISION
LE CINÉMA, L'ÉLECTRICITÉ**

• Vous qui désirez vous faire une situation, confiez votre avenir à des ingénieurs spécialisés.



Certificat de fin d'études
Préparation aux carrières d'Etat.

Vous n'oublierez jamais ce que vous aurez construit de vos mains. Tous les travaux pratiques de radio et d'électricité avec les 700 pièces de montage

Demandez aujourd'hui contre 10 Francs notre album SV La Radio et ses Applications Métiers d'Avenir



INSTITUT ELECTRO-RADIO
6, RUE DE Téhéran, PARIS, 8^e

APPRENEZ

L'ÉLECTRICITÉ

PAR CORRESPONDANCE

sans connaître les mathématiques!



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

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

BON 9 E

COURS PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ

222, Bd. Péreire - Paris 17^e



Apprenez
chez vous

Le Dessin

ET LA PEINTURE



Très joli croquis à la plume traité largement et bien équilibré de notre élève. R. H., de Strasbourg, dès le début de ses cours.

Excellente étude à l'aquarelle de notre élève M. J. L., de Sarlat, qui déjà a la valeur d'un professionnel



Si vous voulez devenir un artiste à votre tour, connaître les joies incomparables du dessinateur et du peintre, améliorer votre situation pécuniaire, **VIVRE** vraiment, vous le pouvez désormais, grâce aux secrets qui vous seront révélés par l'extraordinaire méthode **Voir, Comparer, Traduire**, de l'**ÉCOLE INTERNATIONALE**. En quelques mois, vous apprendrez à dessiner et à peindre, **chez vous**, sans rien changer à vos occupations habituelles et pour une dépense à la portée de tous.

Réclamez aujourd'hui même le passionnant album de renseignements que vous offre l'**ÉCOLE INTERNATIONALE** (Service SV. 75), Principauté de Monaco. Joignez simplement à votre demande vos noms et adresse, ainsi que 10 francs, à votre gré, pour frais de poste.



Croquis rapide mais très expressif de l'un de nos élèves à son troisième cours.



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 des 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 ET ARTISTIQUES

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, Dessinateur Sous-Ingénieur et Ingénieur.

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

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

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

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

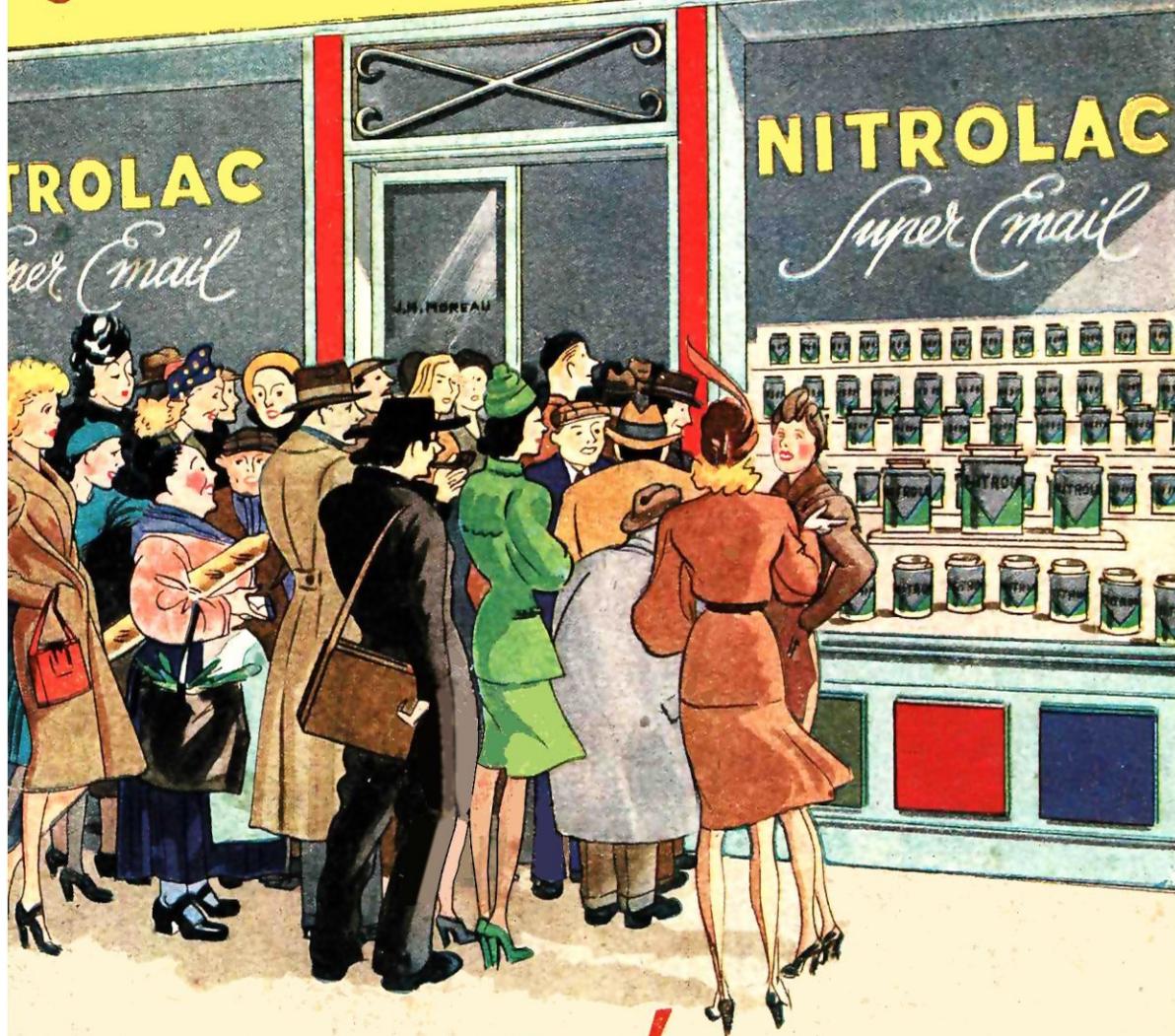
T. S. F. Préparation aux carrières de la Radio : P. T. T., Aviation, Marine, Colonies. Construction industrielle, Dépannage.

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

NITROLAC

LA GRANDE MARQUE DE PEINTURE

COULEURS • VERNIS



attention!.. bientôt, **NITROLAC**
apparaîtra dans la vitrine de
votre marchand de couleurs