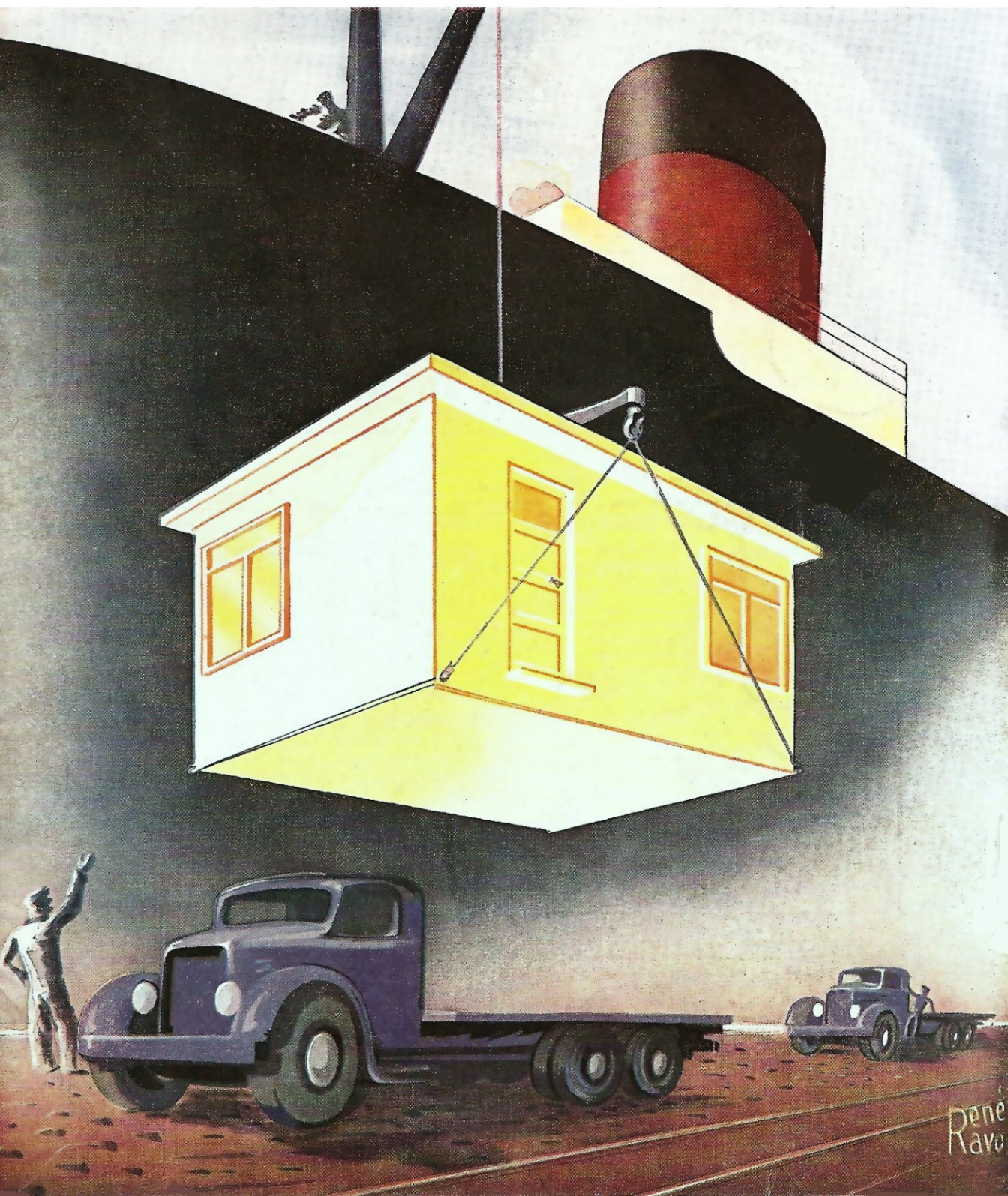


SCIENCE ET VIE

OCTOBRE 1945

N° 337

20 FRANCS



René
Rave

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

PUBLICITES RECRUTES

LE DESSIN FACILE

enseigne PAR CORRESPONDANCE
tous les genres de dessin

pour les adultes

■ "LE DESSIN FACILE" — Croquis, paysage, portrait, nu académique, perspective, anatomie, caricature, etc... magnifiques planches photographiques inédites accompagnant les leçons.

■ "LA PEINTURE FACILE" — Mélanges et harmonies de couleurs
Technique de l'aquarelle, la gouache et la peinture à l'huile
avec planches hors-texte en couleurs.

pour les enfants

"JE DESSINE". Ce petit cours amusant et instructif pour les enfants de 6 à 12 ans donne au petit élève le goût du dessin

■ Charmante carrière pour les femmes et jeunes filles la mode offre des débouchés lucratifs dans la figurine, le catalogue, la création de modèles, etc.

dessin d'illustration

■ Cours spécial préparant au métier très attrayant d'illustrateur de livre, revues, journaux, etc.

■ Affiche, catalogue, imprimé, annonces de journaux, etc. tels sont les multiples débouchés offerts au dessinateur publicitaire.

dessin animé

■ Ce cours, le premier du genre en Europe, enseigne à fond le dessin animé de cinéma.

★ Tous ces cours sont conçus suivant les principes qui ont valu tant de succès à Marc SAUREL, le véritable créateur de l'enseignement du dessin par correspondance qu'il pratique depuis 24 ans. Les témoignages enthousiastes de ses élèves prouvent chaque jour leur efficacité.

Demandez la brochure de renseignements illustrée en indiquant le genre qui vous intéresse ; envoyez ou recopiez le bon ci-contre. Joindre 6 francs en timbres.

BON
SV-64

"LE DESSIN FACILE"

11, RUE KEPPLER - PARIS - 16^e



peinture

dessin de mode

dessin de publicité

LE DESSIN INDUSTRIEL

MÉTIER D'AVENIR

Chez vous, à temps perdu, apprenez par correspondance le DESSIN INDUSTRIEL par les célèbres méthodes de l'Ecole du "Dessin Facile". Outre les principes du dessin industriel l'enseignement comporte les applications à la mécanique, architecture, topographie, chemin de fer, électricité, aviation, etc. Aucune connaissance scientifique n'est exigée, aucun talent n'est nécessaire pour tirer un profit complet du Cours de Dessin Industriel. Il ouvre l'accès aux bureaux d'étude de toutes les industries et permet d'obtenir des situations très intéressantes et bien payées.

Demandez la Notice-programme SV 65 (Section dessin industriel) 11 rue Keppler, Paris-16^e (Joindre 6 frs en timbres)

537

AU SERVICE DE LA FRANCE



RÉGIE NATIONALE DES USINES RENAULT - BILLANCOURT (SEINE)

Jeunes gens et jeunes filles

qui désirez vous engager ou être incorporés dans les **Transmissions Radio Militaires**, en particulier dans les **Transmissions de l'Air**, suivez les cours par correspondance de l'

ÉCOLE SPÉCIALE DES TECHNIQUES MODERNES

14, rue Volta, TOULOUSE

dont les programmes radio sont spécialement mis au point dans ce but et approuvés par le Ministère de l'Air.

Pour tous renseignements gratuits, écrire au Directeur de l'École, 14, rue Volta, Toulouse.

Les cours par correspondance DE L'ÉCOLE UNIVERSELLE

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

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

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

BROCHURE L. 82.540. — ENSEIGNEMENT PRIMAIRE : Classes complètes depuis le cours élémentaire jusqu'au Brevet supérieur. Bourses, Brevets, etc.

BROCHURE L. 82.541. — ENSEIGNEMENT SECONDAIRE : Classes complètes depuis la onzième jusqu'à la classe de mathématiques spéciales incluse. Bourses, Examens de passage, Baccalauréats, etc.

BROCHURE L. 82.542. — ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR : Licences (Lettres, Sciences, Droit), Professorats.

BROCHURE L. 82.543. — GRANDES ÉCOLES SPÉCIALES.

BROCHURE L. 82.544. — POUR DEVENIR FONCTIONNAIRE : Administrations financières, P. T. T., Police, Ponts-et-Chaussées, Génie rural, etc...

BROCHURE L. 82.545. — CARRIÈRES DE L'INDUSTRIE, des MINES et des TRAVAUX PUBLICS. Certificats d'aptitude professionnelle et Brevets professionnels.

BROCHURE L. 82.546. — CARRIÈRES DE L'AGRICULTURE et du Génie rural.

BROCHURE L. 82.547. — COMMERCE, COMPTABILITÉ, INDUSTRIE HOTELIÈRE, ASSURANCES, BANQUE, BOURSE, etc... Certificats d'aptitude professionnelle et Brevets professionnels.

BROCHURE L. 82.548. — ORTHOGRAPHE, RÉDACTION, CALCUL, ÉCRITURE.

BROCHURE L. 82.549. — LANGUES VIVANTES, TOURISME, Interprète, etc.

BROCHURE L. 82.550. — CARRIÈRES DE L'AVIATION MILITAIRE et CIVILE.

BROCHURE L. 82.551. — CARRIÈRES de la MARINE de GUERRE.

BROCHURE L. 82.552. — CARRIÈRES de la MARINE MARCHANDE (Pont, Machines, Commissariat).

BROCHURE L. 82.553. — CARRIÈRES des LETTRES (Secrétariats, bibliothèque, etc...)

BROCHURE L. 82.554. — ÉTUDES MUSICALES : Solfège, Harmonie, Composition, Piano, Violon, Chant, Professorats.

BROCHURE L. 82.555. — ARTS DU DESSIN : Professorats, Métiers d'art, etc.

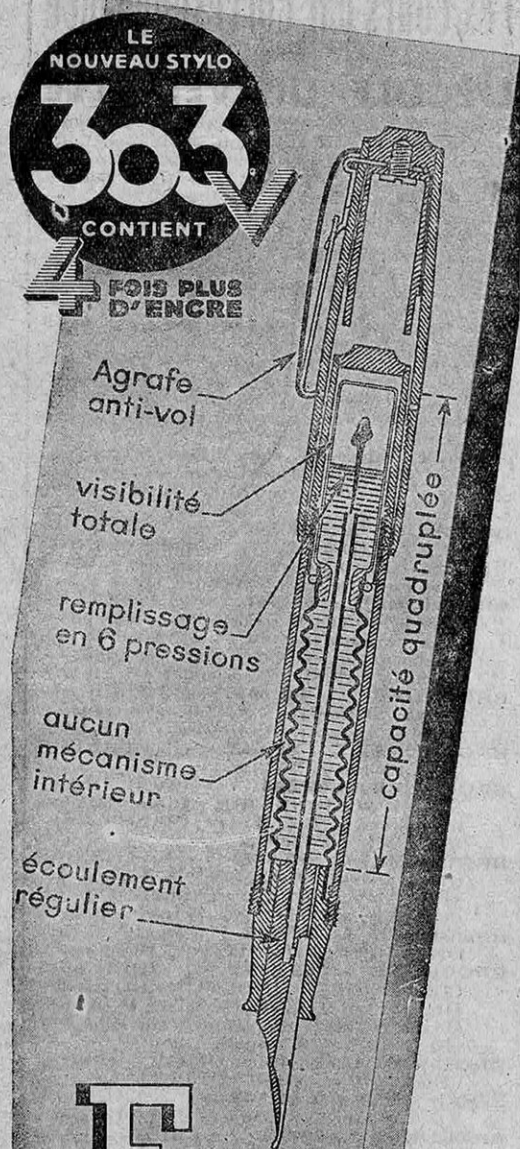
BROCHURE L. 82.556. — MÉTIERS DE LA COUTURE, de la COUPE, de la MODE, de la LINGERIE, de la BRODERIE, etc.

BROCHURE L. 82.557. — ARTS DE LA COIFFURE ET DES SOINS DE BEAUTÉ.

BROCHURE L. 82.558. — CARRIÈRES DU CINÉMA.

ÉCOLE UNIVERSELLE

LYON, 11-12, place Jules-Ferry — 59, boulevard Exelmans, PARIS



LE
NOUVEAU STYLO
303
CONTIENT
4
FOIS PLUS
D'ENCRE

E prouvez
la réelle supériorité
technique du **303**

STYLOMINE

2, Rue de Nice - Paris XI^e

N'IMPORTE QUI PEUT DESSINER PAR LA MÉTHODE A.B.C.

"Il suffit de savoir écrire"

Car l'écriture c'est déjà du dessin, et par la curieuse méthode créée par l'École A.B.C., on se sert justement de l'habileté graphique, que vous avez acquise en apprenant à écrire, pour vous enseigner le dessin.



Remarquable dessin à la plume exécuté par un de nos élèves

Dès la première leçon, cette méthode permet aux élèves de réaliser des croquis rapides, d'après nature, vivants et expressifs, et peu à peu guidés par leurs professeurs individuels, de prendre conscience de leurs capacités, d'abord r

des études plus poussées et d'acquérir les techniques de véritables professionnels.

En dehors de l'enseignement général du dessin, l'École A.B.C. permet à chaque élève, selon son goût et selon le but qu'il poursuit, de se spécialiser dans l'illustration, le dessin humoristique, la décoration, la mode, le paysage, le dessin de publicité, etc., etc., et ceci sans aucun supplément de prix.

C'est donc à vous que nous nous adressons en vous disant : quels que soient votre âge, votre situation, votre résidence et même si vous n'avez jamais tenu un crayon, vous pouvez apprendre très rapidement à dessiner grâce à la Méthode A.B.C.; et c'est dans les deux premières heures de vos études que vous apprendrez comment on dessine.

Un album luxueusement édité, contenant de nombreux croquis et dessins faits par les élèves, montre le résultat qu'ils obtiennent, donne le programme et tous les renseignements désirés sur le fonctionnement des cours et les conditions d'inscription.

Demandez cet album offert gratuitement.

(Joindre 6 fr. en timbres-poste pour frais d'envoi)

BON
pour une
brochure
C. B. 36



Croquis d'élève

ÉCOLE A.B.C. DE DESSIN, 12, rue Lincoln, PARIS

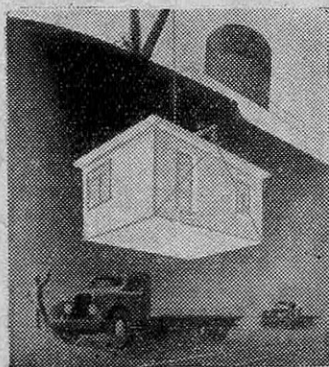
SCIENCE ET VIE

Tome LXVIII - N° 337

Octobre 1945

SOMMAIRE

- ★ La maison préfabriquée, par Maurice Contamin et Jean Labadié 135
- ★ L'équipement électrique du Japon, par Roger Dunois ... 149
- ★ La bombe atomique et l'avenir des flottes de guerre, par Camille Rougeron 153
- ★ Éclipses de Soleil, éclipses de Lune, par J. Gauzit 163
- ★ Un nouveau briseur d'atomes : le bêtatron, par Maurice-E. Nahmias 170
- ★ Les A Côté de la Science, par V. Rubor 174



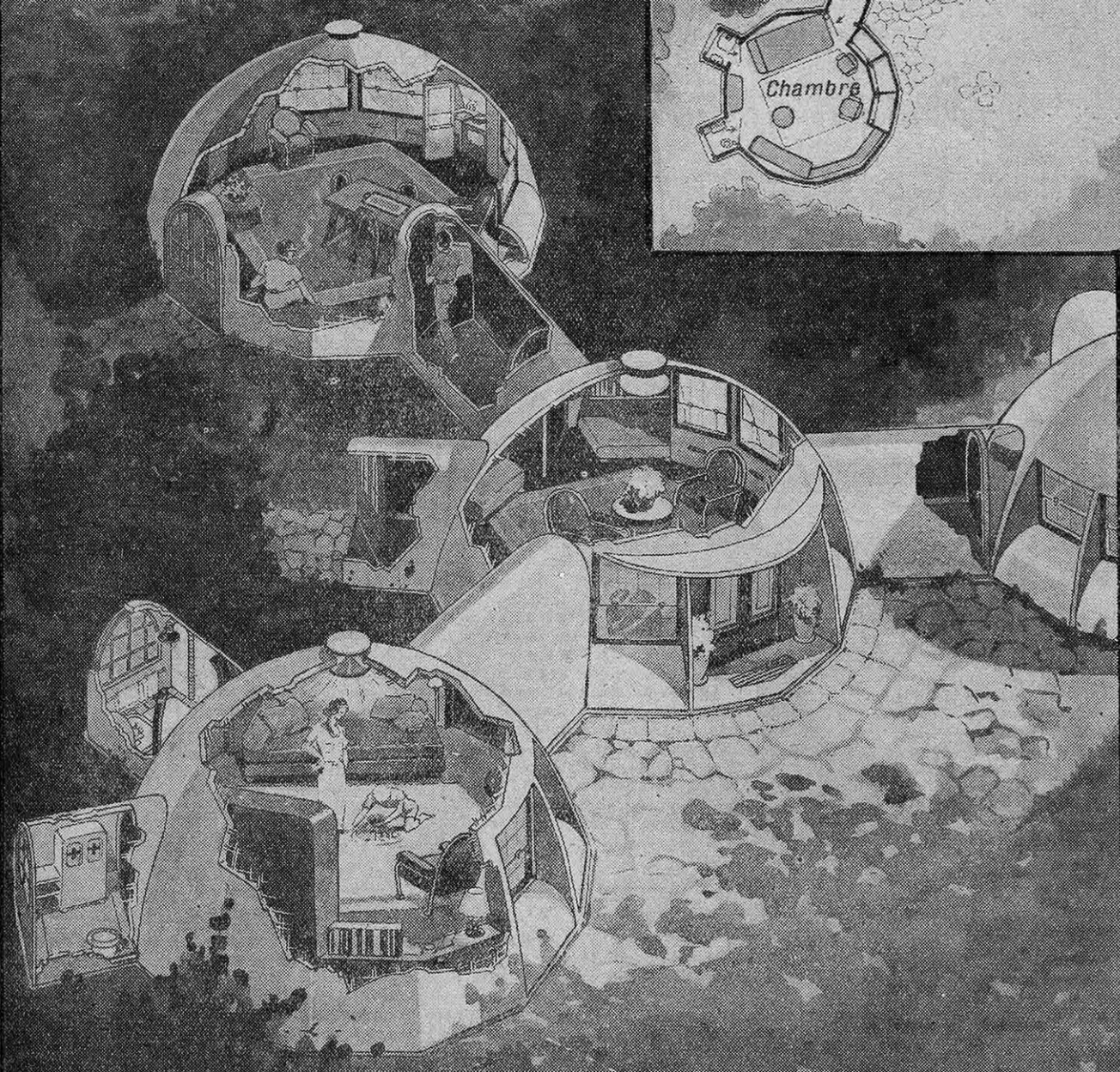
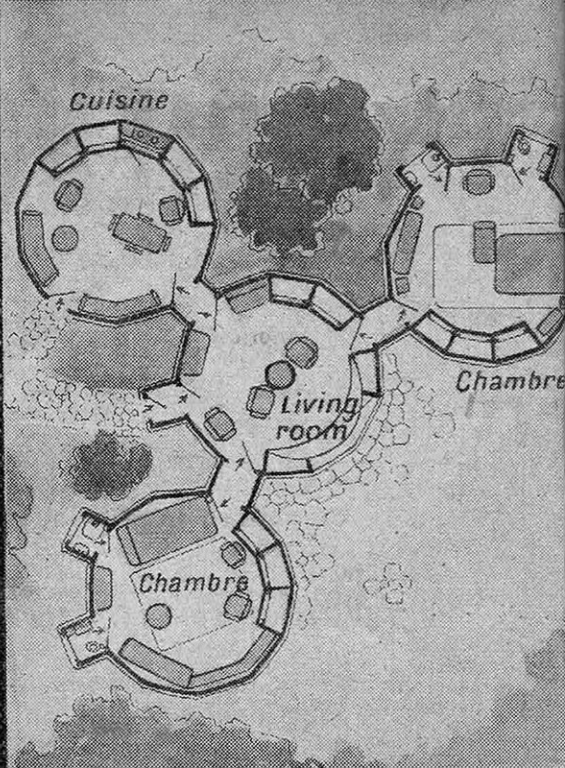
Depuis 1940, les Etats-Unis, pays du grandiose industriel, ont réalisé le plus grand effort de production qu'ait connu l'histoire. Partout des usines ont surgi pour fabriquer des chars, des avions, des navires et tout ce que réclament des armées opérant à des milliers de kilomètres de la métropole. Et autour de ces usines, des « villes champignons » ont poussé parfois en quelques semaines, villes dont les maisons étaient elles-mêmes « préfabriquées » en série suivant les méthodes de l'industrie moderne, transportées et montées sur place en quelques heures. Cette industrie du bâtiment viendra-t-elle au secours de l'Europe dévastée par la guerre et amoindrie dans son potentiel de production? La couverture du présent numéro représente une maison préfabriquée que l'on débarque d'une seule pièce d'un cargo transatlantique. Une ville française de la banlieue parisienne doit être prochainement reconstruite en maisons préfabriquées de fabrication américaine. (Voir l'article page 135 de ce numéro.)

« Science et Vie », magazine mensuel des Sciences et de leurs applications à la vie moderne.
Rédaction, Administration, Publicité : 5, rue de La Baume, Paris (VIII^e). Chèque postal : 91-07 Paris.
Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays. *Copyright by*
« Science et Vie », Octobre mil neuf cent quarante cinq. Registre du Commerce : Toulouse 3235 B.

Abonnements : France et Colonies, un an : 200 francs (recommandé, 270 fr.).
Chèque postal 91.07 Paris.

La table générale des matières, analytique et alphabétique, des vingt premières années (numéros 1 à 136 années 1913 à 1932) est envoyée franco contre 25 francs.

Une solution américaine du logement d'urgence :
habitation constituée par des "igloos" de ciment armé



LA MAISON " PRÉFABRIQUÉE "

Maurice CONTAMIN
Architecte D.P.L.G.

par
et

Jean LABADIÉ

Le retour de l'hiver va donner une acuité particulière à l'un des problèmes principaux du relèvement de la France : celui de la reconstruction des habitations détruites. D'autres pays, Angleterre et États-Unis, ont eu à résoudre d'urgence la crise du logement et ils ont employé pour le faire les ressources et les méthodes de leur puissante industrie. En France, non seulement les destructions dépassent de loin celles de 1918, mais en ore elles ont gravement atteint le potentiel industriel qui aurait pu servir à les réparer. Il n'est donc pas question de calquer entièrement les expériences de nos alliés, mais d'en dégager des principes utiles : celui en particulier de l'industrialisation aussi poussée que possible de la fabrication de matériaux normalisés, qui pourra aller dans certains cas jusqu'à la préfabrication d'éléments entiers de la maison. Et déjà, pour remédier à la pénurie des matériaux de construction, des architectes français ont mis au point des techniques entièrement nouvelles permettant d'utiliser au mieux les ressources disponibles : bois vert, plâtre, argile, etc. Ces techniques pourront dans de nombreux cas servir à des constructions définitives. Il est vraisemblable que notre conception de l'habitation sortira transformée de cette crise et que l'effort des industries du bâtiment ne s'arrêtera que lorsque des habitations confortables et hygiéniques auront remplacé les taudis.

La maison, le plus urgent de nos besoins

EN juillet 1920, un an et demi après l'autre libération, nos techniciens du bâtiment, aux prises avec la reconstruction de dix départements dévastés, dressaient comme suit le devis du travail qui leur incombait : « Trois cent mille immeubles à reconstruire entièrement et cent mille à restaurer. Deux cent milliards sont nécessaires », estimait un de leurs organes professionnels. « En admettant, ajoutait-il, la possibilité de trouver vingt milliards par an, c'est en dix années que nos ruines se relèveront. » En 1930, en effet, nos ruines étaient relevées. Mais nos finances en restaient ébranlées et, avec elles, l'économie française tout entière. Les « réparations » allemandes s'étaient évanouies en fumée ; plus exactement, c'est l'Allemagne, sortie intacte de l'autre guerre, qui avait entrepris et réussi le renouvellement de ses propres bâtiments. Les grands travaux de génie civil furent le tremplin économique du régime nazi et comme le « galop d'essai » de son autre « grand travail », le réarmement, destiné à reprendre chez nous l'œuvre de ruine.

En 1945, un an après la nouvelle libération, le sinistre devis réapparaît, mais à une échelle autrement vaste : 300 000 maisons d'habitation complètement rasées ; 1 100 000 partiellement endommagées ; 40 000 fermes et 30 000 usines entièrement détruites. Le travail préparatoire de déblai s'élève à 120 millions de mètres cubes. Ce n'est plus deux cents, mais plus de deux mille milliards de francs qu'il faut trouver pour le financement. Les milliards de 1920 sont devenus, en 1945, des trillions.

De plus, les matériaux, les machines, les usines fabriquant ces machines et ces matériaux, les moyens de transport enfin, font défaut. Mais la technique, renouvelée depuis 1920 et par la guerre elle-même, se présente avec des méthodes industrielles singulièrement plus puissantes. Et c'est le plus grand, peut-être le seul, coefficient de succès qui soit offert à notre bonne volonté.

La nouvelle reconstruction de la France doit adopter une méthode assez éloignée de notre génie national, mais sans laquelle l'Amérique n'aurait jamais pu faire ce qu'elle vient d'accomplir au rythme accéléré que lui imposait l'urgence de la guerre : la méthode d'organisation scientifique du travail à l'échelle collective. Et cette méthode, elle doit l'adapter à notre situation telle qu'elle se présente en 1945, et même la perfectionner comme le feront sans doute les autres pays dévastés, comme le fait déjà le plus dévasté d'entre eux, la Russie soviétique.

Si nous réussissons, nous serons probablement étonnés de l'aisance avec laquelle surgira des ruines une vie organique — économique et sociale — entièrement renouvelée.

De cette vie future, la maison sera, comme par le passé, la cellule fondamentale. Mais la maison de demain ne peut être calquée sur celle d'hier. Cela pour trois motifs.

Le premier, c'est que *la mobilité constante croissante* de notre vie influence notre habitat, même si cette influence ne va pas, dans notre vieux pays, jusqu'à nous faire déménager tous les trois ans comme font les habitants américains de ces grandes villes, dont le rêve est, d'autre part, de quitter le plus souvent possible leur maison pour vivre à la campagne — dans un trailer de vacances !

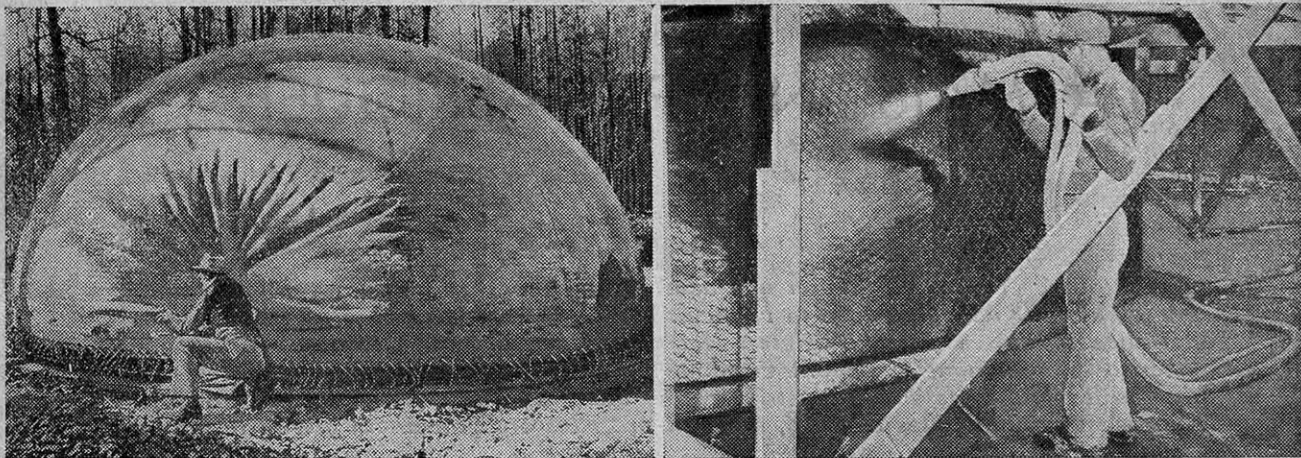


FIG. 1. — LA « MAISON BALLON » OU L'IGLOO EN CIMENT

L'équipe gonfle un ballon de toile forte. Parvenue à l'état hémisphérique, la toile est tapissée d'une mince couche analogue au pistolet pneumatique des peintres. On habille la première couche d'un treillis métallique. Le ciment-gun même pour les gens cossus, les assises statiques chères à nos grands-parents. C'est regrettable pour les gens riches, mais c'est, en contre-partie, le seul moyen d'élever le *standing* d'habitation général. C'est une loi d'évolution. Voilà plus d'un siècle que les hôtels du Marais, chefs-d'œuvre d'architecture, étaient délaissés de l'aristocratie fortunée pour ceux du faubourg Saint-Germain, en attendant que ceux-ci soient éclipsés à leur tour par « l'appartement » de l'avenue du Bois; et nul Président de la République n'a regretté d'habiter l'Elysée au lieu du palais de Versailles, dans lequel l'architecte Mansart n'aménageait aucune salle de bains, ni le plus élémentaire lavabo. Du plus élevé au plus modeste de ses degrés hiérarchiques, la « maison » se modifie en raison de l'évolution sociale.

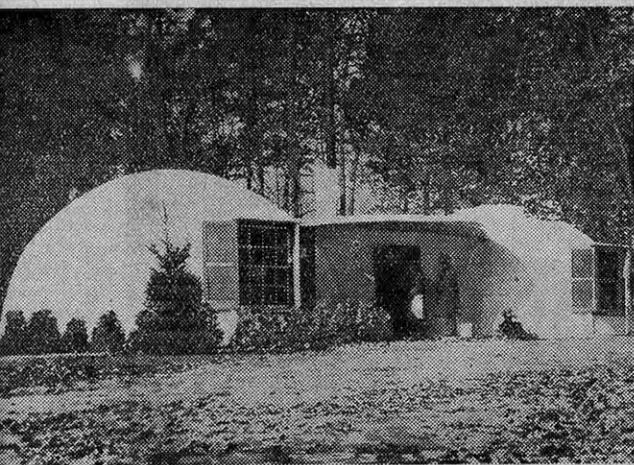
Un second motif d'évolution prolonge le précédent : la maison est de plus en plus devenue un objet économique, d'achat, de vente, de location. Compte tenu du désir individuel, de la fantaisie, du client, propriétaire ou usager, bref du *facteur d'ophélimité* (comme disent les économistes mathématiciens qui prétendent mesurer ce facteur), le prix de revient de la maison se trouve par suite de plus en plus fortement relié aux procédés de fabrication. En raison de l'immense progrès technique, ces procédés mettent aujourd'hui en concurrence une multitude de matériaux qui étaient inconnus de nos pères, ainsi que des méthodes d'assemblage qui renouvellent la notion même du chantier. Et celle, même, de *devis*. Il y a tout autre chose à prévoir dans un plan de béton ou de charpente métallique que dans celui d'une construction traditionnelle élevée pierre à pierre, modifiable et si souvent modifiée en cours de construction. « Le bon vieux

dessin, écrit l'architecte Marcel Lods, où deux traits parallèles avec la cote d'épaisseur 0,08 voulaient toujours dire : carreau de plâtre enduit deux faces; avec la cote 0,25 : une brique à plat enduite deux faces aussi; avec la cote 0,50 : un gros mur dont la composition, moellon ou meulière, se trouvait au cahier des charges, avait fini par n'être que la traduction, en langage conventionnel, d'un certain nombre de solutions — toujours les mêmes — ce qui diminuait simplement la valeur technique dudit dessin. Le dessin de demain sera plus savant... Dès maintenant, la moindre étude de devis pour un petit pavillon fabriqué dépassera la centaine de dessins et l'étude définitive se traduira par des milliers de documents. »

Le troisième motif de réforme, malheureusement le plus pressant, n'est autre que l'urgence. La vie moyenne des maisons s'est trouvée bouleversée par des destructions massives et concentrées sur quelques mois. Jamais le facteur « temps », maître souverain de toute entreprise, n'exerça sa pression avec plus de force que sur celle — nationale et collective — de la « reconstruction ».

Or, c'est précisément le même facteur d'urgence qui provoqua, de 1941 à 1944, aux Etats-Unis, l'éclosion et le développement de ces habitats improvisés, groupant par centaines ou par milliers des maisons fabriquées en série à un rythme jusqu'alors inouï. Dix millions d'individus, dont 4 millions suivis de leurs familles, ont été transplantés, du jour au lendemain, à des centaines de kilomètres de leur premier habitat. La mobilisation militaire ou civile exigeait le regroupement des activités autour de centres de production, de transit, d'embarquement ne coïncidant pas toujours avec ceux de l'économie pacifique antérieure. Et, quand ils coïncidaient, c'est leur ordre de grandeur qui se trouvait remis en question.

Les Etats-Unis d'Amérique nous ont ainsi donné le spectacle d'un exode intérieur, vraiment grandiose, mais ordonné et réglé par des moyens industriels, non seulement intacts,



ARMÉ

de ciment, au moyen d'un fusil à ciment — cement-gun — intervient à nouveau. Il en résulte une croûte sphérique de réserves durant le travail est ensuite aménagé soit en cabane ou trois de ces igloos reliés par des couloirs. Parvenu à l'igloo central.

mais croissants et alimentés par un volume d'énergie (houille, pétrole, électricité) dont aucun groupement humain n'avait encore jamais disposé.

Ceci nous autorise à conclure que le « facteur d'urgence » dont nous soulignons la toute-puissance motrice, n'a pas eu, aux Etats-Unis en guerre, le même sens qu'il prend pour la France meurtrie. Il ne s'applique chez nous ni aux mêmes besoins ni aux mêmes équations d'équilibre entre la production et ces besoins. Les moyens de travail de la France à peine renaissante sont une antithèse criante de la puissance industrielle américaine portée à son paroxysme par la victoire.

Si, donc, nous sommes nécessairement attirés par l'examen de ce qu'ont fait les architectes américains depuis 1941, en matière de normalisation, de préfabrication et de chantiers, il nous faudra considérer leurs résultats comme un pur idéal et leurs solutions rationnelles comme des théorèmes dont l'application à notre cas particulier constitue justement pour nous tout le problème.

Ceci dit, nous pouvons examiner fort utilement ces méthodes rationnelles américaines de l'habitation d'urgence.

Les records de temps dans l'établissement de l'habitat

Le trailer, disions-nous, est, pour nombre d'Américains, la maison de vacances souhaitée. On en fabriquait donc beaucoup, en grande série, dès avant cette guerre. La roulotte classique était celle qui, remorquée par la limousine familiale, allait se parquer dans les sites renommés, sur des emplacements comportant canalisations d'eau, d'électricité et même d'égout. Véritables auberges pour roulettes coscues, ces parkings s'éloignaient assez, comme l'on voit, des camps improvisés de trappeurs ou du village indien. La National Housing Agency (institution par laquelle Roosevelt renouvelait, le 24 février 1942, celle déjà mise en action par le New Deal de 1933),

adopta néanmoins le trailer en l'obligeant à s'adapter à la situation. Il eut à se transformer en demi-maison. Chaque unité, ainsi établie sur d'anciennes formes usuelles, irait rejoindre une sœur jumelle. Un couloir commun leur fut ménagé en « trait d'union » longitudinal. L'un des bouts du couloir formait l'entrée principale avec le classique vestibule; l'autre bout, l'entrée de service avec le fameux « bloc-eau » : toilette, cuisine, w.-c., douche ou baignoire traités d'une seule pièce. A droite et à gauche, un living-room et une chambre.

Transportées, pour une fois, sur plates-formes remorquées et déposées ensuite sur des étais, à distance hygiénique d'un sol qui, du reste, allait bientôt verdoyer de gazon, les roulettes jumelées constituèrent finalement, pour nous arrêter à cet exemple précis, la cité de Willowcourt dans laquelle on trouve le choix entre cinq aménagements différents répondant aux diverses circonstances de la vie familiale, les célibataires étant invités à vivre « comme à l'hôtel » avec la table d'hôte bien distincte de la chambre devenue, très souvent, un dortoir.

Voilà donc une première solution du logement essentiellement américaine. Elle prolongeait simplement le mouvement d'une évolution déjà vivace.

Mais la cité-parking se perfectionne en s'immobilisant. Tandis que les firmes spécialisées (Palace Travel Corporation), dont les affaires se sont développées au service de la National Housing Agency, pensent déjà aux nouveaux touristes de l'avenir en créant à leur intention des trailers à deux étages, tels de vulgaires autobus londoniens, les architectes du ciment et du béton n'abandonnent nullement aux roulettiers la palme de la mobilité. Nous avons fait allusion au campement d'Indiens. Certains architectes de la maison d'urgence prennent à la lettre la formule de la tente, mais en réservant la tente comme simple moyen de travail. Ils arrivent sur le chantier avec du ciment pulvérisé et des pistolets pneumatiques de grande taille (cement-gun). Ils épioient sur le terrain une sorte d'aérostas : en toile imperméable et forte, qu'ils gonflent d'air jusqu'à ce que soit réalisée une forme hémisphérique. Sur cette toile tendue, le cement-gun projette une couche de ciment parfaitement homogène, d'une épaisseur minimum soigneusement calculée d'après les dimensions de la sphère. Une fois terminée la prise, l'aérostas est dégonflé. La toile retombe et la hutte, plus exactement l'igloo de ciment, demeure. Les deux ouvertures essentielles, porte et fenêtre, ont été ménagées par le « maçon-pneumatique ». Cela fournit deux pièces avec lavabo, lits pliants se rabattant dans les alvéoles latérales et placards insérés dans l'espace résiduel que constitue l'intersection du cylindre central, seul habitable à hauteur d'homme, et l'hémisphère en question. Fourneau-cuisine-calorifère, au centre, comme chez l'esquimau, cela va sans dire.

Variante de luxe : trois igloos disposés en triangle forment deux chambres isolées, le troisième étant réservé à la fonction de « cuisine-salle à manger ». Au centre du triangle, un quatrième igloo, branché sur les trois autres par un tunnel-corridor, donne l'indispensable living-room central, avec divan en rotonde.

Tels sont, dans la ligne la plus stricte du génie américain, les deux cas extrêmes de mobilité réalisés aux Etats-Unis. Ni la mobilité du



FIG. 2. — LES « MAISONS DE LA VICTOIRE »

Elles sont établies en panneaux contre-plaqués fabriqués en grande série, solution de luxe nécessitant un important équipement industriel familier à l'Amérique, nullement à la France actuelle. Suivant le catalogue d'un fabricant du Texas qui en a livré 175 000 en un an (500 par jour), chacune de ces maisons est montée en six minutes par six hommes.

logement-roulotte ni celle du chantier pneumatique ne semblaient pouvoir être dépassées pour les temps records de mise en place.

Il n'en est rien. La *National Housing Agency* put bientôt offrir à ses administrés des maisons n'exigeant pas plus d'une heure pour se construire. Leur record de temps est du reste matérialisé par un prospectus de vente de la maison Pemberton figurant une maison deux pièces surmontée, au lieu du classique rameau des maçons de chez nous, par les six hommes qui viennent de l'édifier en dix minutes.

Les matériaux : papier, contre-plaqué, bois comprimé hydrolysé, colle et ciment

Tels sont les matériaux utilisés dans ce tour de prestidigitation... Ceux-là même qu'à introduits l'industrie aéronautique : le bois contre-plaqué et même le papier, assemblés à la colle. Certains chasseurs de l'aviation américaine ne comportent dans leur coque aucun élément métallique, ni tôle, ni rivet.

En août 1942, le Ministère de la Guerre achevait sa première maison de papier, aux usines de l'Institut du papier, à Appleton (Wisconsin). Elle mesurait 5 m de tour, 2,50 m de large, 3,50 m de haut. Le toit « pentagonal » (pour gagner du volume sous une moindre surface) est en papier; les sièges, la table, les assiettes, les gobelets sont en papier.

Exception faite de 35 kg consacrés à la colle d'assemblage, aux raidisseurs métalliques, et un peu de bois constituant les encadrements des baies, les 500 kg de l'immeuble « par destination » — dirait un notaire français — sont des kilogrammes de papier de la qualité la plus inférieure. L'ensemble comporte vingt et un panneaux. Deux ouvriers l'ont monté en 59 minutes, le jour du test officiel, qui était

une journée de chaleur exceptionnelle, n'incitant pas beaucoup au travail. Coût : 50 dollars.

Le contre-plaqué figure dans le même sens, en matériau plus « bourgeois », puisque les maisons qu'il permet d'établir pèsent déjà 1 500 kg. C'est dire qu'une remorque de camion ne peut guère apporter que trois ou quatre maisons à la fois sur le chantier de construction. Mais c'est bien assez, car, à la vitesse de montage d'une heure par maison, celle-ci risque d'attendre plusieurs jours la pose des compteurs et des canalisations. Les usines d'habitations préfabriquées du Texas ont fourni jusqu'à 500 maisons de ce genre quotidiennement, soit 175 000 par an. L'armée les a utilisées sous tous les climats. C'est la *Victory House*.

Citons encore le procédé inventé par *Bacminster Fuller*, tel que le décrit un confrère spécialisé (1). « Arrive un camion et la construction débute par la mise en place d'un mât au centre de la construction. » C'est l'antique procédé de la tente conique. Seulement ici le toit seul est conique, plus exactement profilé avec un raccord qui lui fera rejoindre les « mâts ». Achevé au sol, le toit est hissé sur le mât à hauteur d'homme, c'est-à-dire de « travail ». De là son exhaussement devient progressif, emmenant avec lui les panneaux constituant le mur vertical, cylindrique. Quand le mur atteint 7,50 m, on s'occupe du soubassement que l'on établit en briques. La « maison » est alors descendue sur ce soubassement. Le mât est enlevé. Un « sous-plancher » métallique est installé qui vient doubler le plancher véritable, celui que fouleront les pieds de l'occupant. Une cloison séparant la cuisine et la salle de bains est ensuite mise en place. La maison comprend, préfabriqué, l'équipement sanitaire. Une troisième cloison consacre la moitié de l'immeuble à la chambre à coucher. L'ensemble est fait extérieurement de tôles d'alu-

(1) *L'Architecture d'aujourd'hui* (juillet-août 1944).

minium, intérieurement de contre-plaqué avec isolement thermique. Le poids de cette maison atteint deux tonnes; son prix 1 500 dollars.

Pourtant, tous ces « logements d'urgence » ne représentent que l'un des aspects, le plus sommaire, du problème d'ensemble tel que l'ont traité les Etats-Unis. Car la « préfabrication » était à l'ordre du jour, dans ce pays, bien avant 1940. Le problème du logement était déjà, répétons-le, l'un des chapitres importants du *New Deal* de 1933, et la T.V.A. (1) elle-même dut s'en préoccuper avec les agglomérations et les migrations ouvrières qu'entraînaient les travaux du Tennessee et du Colorado. Obéissant aux lois qui régissent la structure d'ensemble de la maison et distinguant la fonction portante (ossature) de la fonction épidermique (revêtement), les architectes américains, disciples de leur grand compatriote Winslow Taylor, aboutirent à des formules de préfabrication parfaitement rationnelles.

Ramener la fonction portante d'une maison à un polyèdre de poteaux verticaux (piliers), horizontaux (poutres) et, pour le toit, inclinés (chevrons) est une idée tellement rationnelle qu'elle remonte aux origines de l'architecture.

Seulement la technique moderne veille et tient prêts des poteaux de sa façon : pour les fondations par exemple, des pilotis tubulaires en acier seront remplis de béton après fonçage; le béton armé remplace également l'ancien pilier de bois : si on pratique la « précontrainte » de leurs armatures en les chauffant électriquement après les avoir enrobées dans une gaine fusible ou, encore, en opérant un *fretage* tendu des ferraillements circulaires (précontrainte latérale), on obtient des poteaux en béton armé de 10 cm de diamètre capables de supporter 10 tonnes par centimètre carré, soit 800 tonnes pour le fût tout entier. Ni les colonnes du Panthéon, ni celles de Louqsor ne pouvaient étaler pareils coefficients de résistance. Et pour les structures de grandes dimensions (qui ne rentrent pas dans notre étude), le vieil acier Martin qui, depuis trente ans, rassemble sans faiblir, sur un seul pilier central, le poids du premier gratte-ciel édifié à Manhattan (Woolworth) est toujours prêt à rendre des services plus modestes mais d'égal mérite dans des profilés soigneusement normalisés dont la liste prévoit soigneusement toutes les circonstances, tous les besoins.

De son côté, la fonction épidermique ne s'est pas moins modernisée, à partir de la planche de volige toujours utilisée (même en peuplier) pour revêtir les « baraquements » devenus des maisons. Les bois spéciaux feuilletés au couteau et recollés à sec sous presse sont devenus, nous l'avons dit, un matériau tellement courant qu'il rivalise avec

(1) Voir : « La T. V. A. » (*Science et Vie*, n° 333, juin 45).

la tôle d'acier et nargue les averse. Mais encore ce même bois comprimé est souvent réduit des deux tiers de son volume. Sa densité se trouve alors portée jusqu'à 1,6, avec une rigidité accrue en conséquence.

Par hydrolyse, d'autres préparateurs du bois de revêtement évacuent la cellulose afin de ne conserver que la lignine. Le bois peut alors se mouler comme une matière plastique de synthèse (1). Densité : 1,4. Du reste, imprégné de résines synthétiques en autoclave et chauffé, le bois de hêtre acquiert les propriétés du chêne et devient insensible à l'humidité, sans retrait. De tels procédés dispensent évidemment d'attendre du « séchoir traditionnel » — en l'occurrence plutôt ironique puisqu'il exigeait des années d'attente — des planches immédiatement utilisables et d'une uniformité de structure sans laquelle il ne peut être réalisé aucune « normalisation » sérieuse.

Les alliages légers interviennent à leur tour comme matériaux de revêtement. On fait des *duralumins* qui atteignent une résistance à la rupture de 80 kg par millimètre carré. Leur assemblage se fait à la colle, nullement au rivet ou par soudure. Et voilà qui est assez nouveau pour la construction métallique.

La colle, n'hésitons plus à le dire, est devenue en effet un « liant » d'architecture au même titre que le ciment. Certains ciments sont d'ailleurs fabriqués à partir de la dolomite additionnée d'argile et d'aluminium, ce qui fait d'un tel ciment un sous-produit de la fabrication du magnésium. Le béton, où la chaux grasse intervient, est couramment préparé dans une usine spécialisée. Le gâchage s'effectue durant le transport sur « camions-bétonnières » à

(1) Voir : « Le bois rival de l'acier » (*Science et Vie*, n° 308, avril 1943).

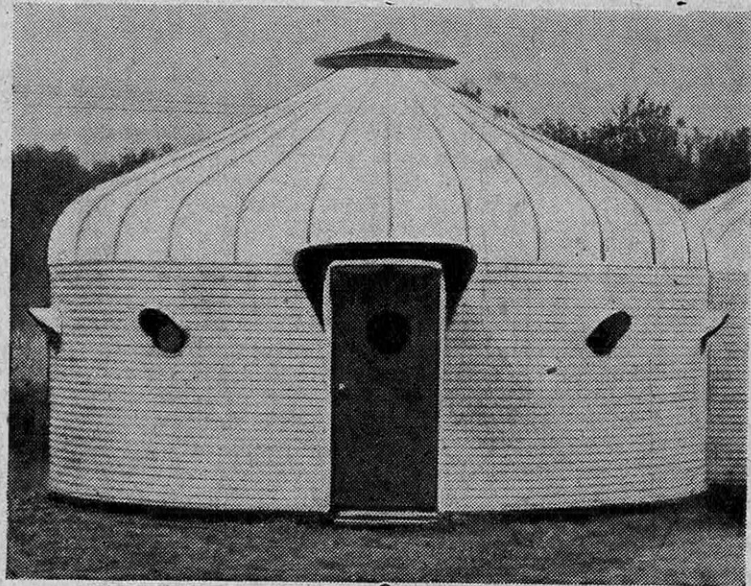


FIG. 3. — LA MAISON CONSTRUITE A PARTIR DU TOIT

Suivant un principe bien américain (les buildings une fois charpentés sont d'abord couverts de leur toiture), cette maison d'aluminium est élevée en suspendant d'abord sa coupole à un mât central. La coupole entraîne ses murs cylindriques à mesure qu'elle s'élève. Une fois atteinte la hauteur prévue, on bâtit les fondations circulaires sur lesquelles la « maison » redescend doucement. Le mât est enlevé et remplacé par ... la cheminée.

une température maintenue soigneusement constante, ce qui est capital pour les travaux faits en hiver.

Disons-nous encore que les plaques bien connues de « fibro-ciment » se trouvent perfectionnées autant dans les matières fibreuses utilisées que dans le ciment lui-même? Et de nouvelles peintures-émail, très résistantes, viennent encore parfaire ce matériau de revêtement.

Les matières plastiques interviennent aussi comme revêtement, mais leur rôle principal, en dehors des vitres de verre synthétique, paraît

être de constituer les tubes anciennement demandés à la plomberie, ainsi que les cuvettes du « bloc-eau ».

Tels sont, rapidement énumérés, les nouveaux matériaux utilisés aux États-Unis d'après une conférence récemment donnée par M. L'Hermitte, directeur des laboratoires du Bâtiment et des Travaux publics, à son retour d'un voyage d'études. L'éminent technicien conclut avec raison à la nécessité d'instaurer en France une industrie fabriquant des matériaux analogues, mais, pour l'instant, il faudra se contenter de

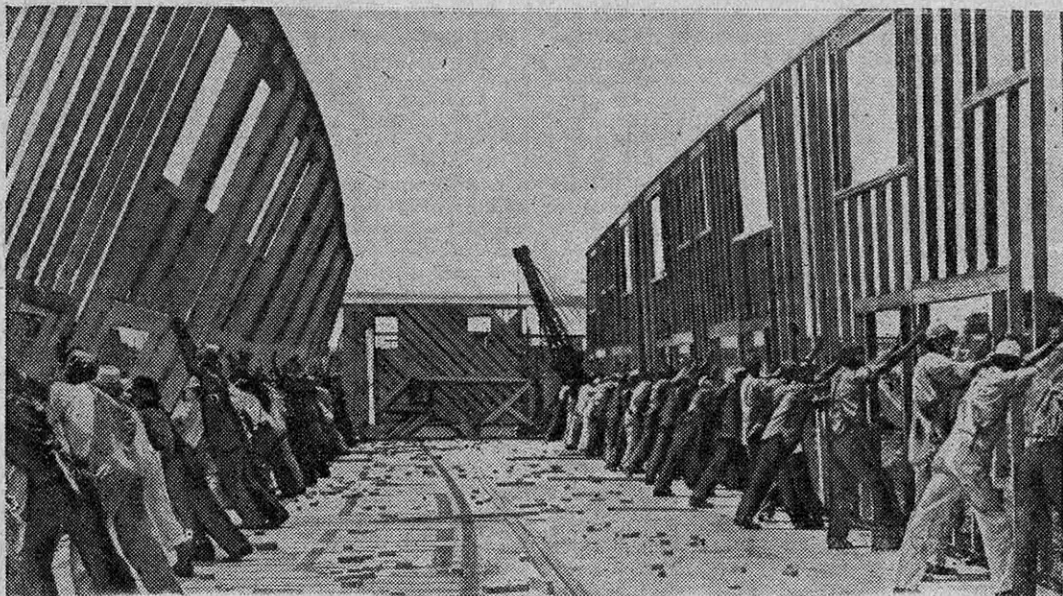


FIG. 4. — LE MONTAGE DES « MURS » D'UNE MAISON PRÉFABRIQUÉE AUX ÉTATS-UNIS

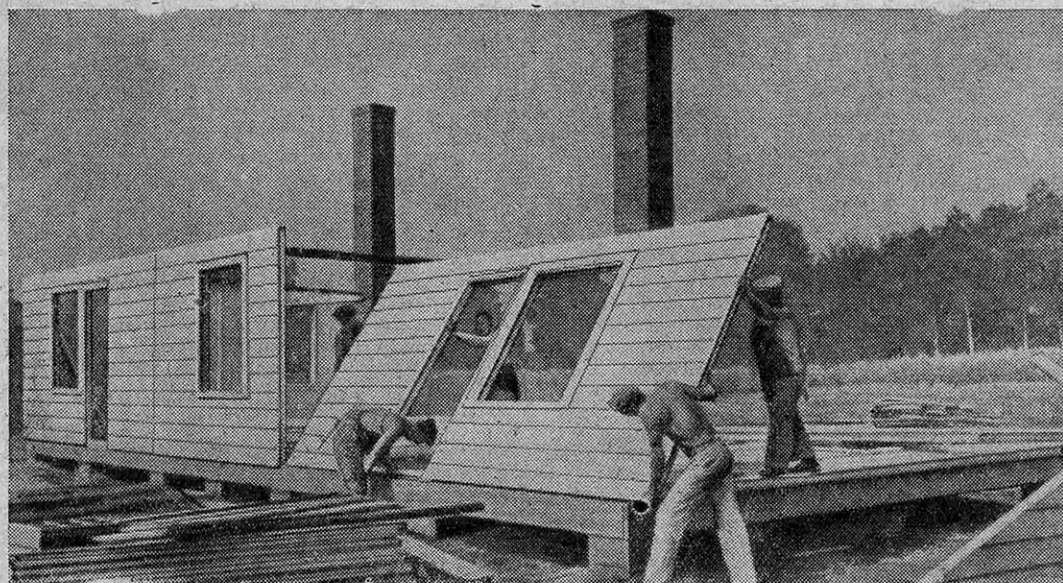


FIG. 5. — MAISONS DE BOIS ENTièrement PRÉFABRIQUÉES

Autour des cheminées que l'on construit en même temps que le soubassement de briques, les constructeurs agencent les « murs » livrés par l'usine complets, à double paroi avec des « bourrages » isolants et contenant les canalisations électriques.

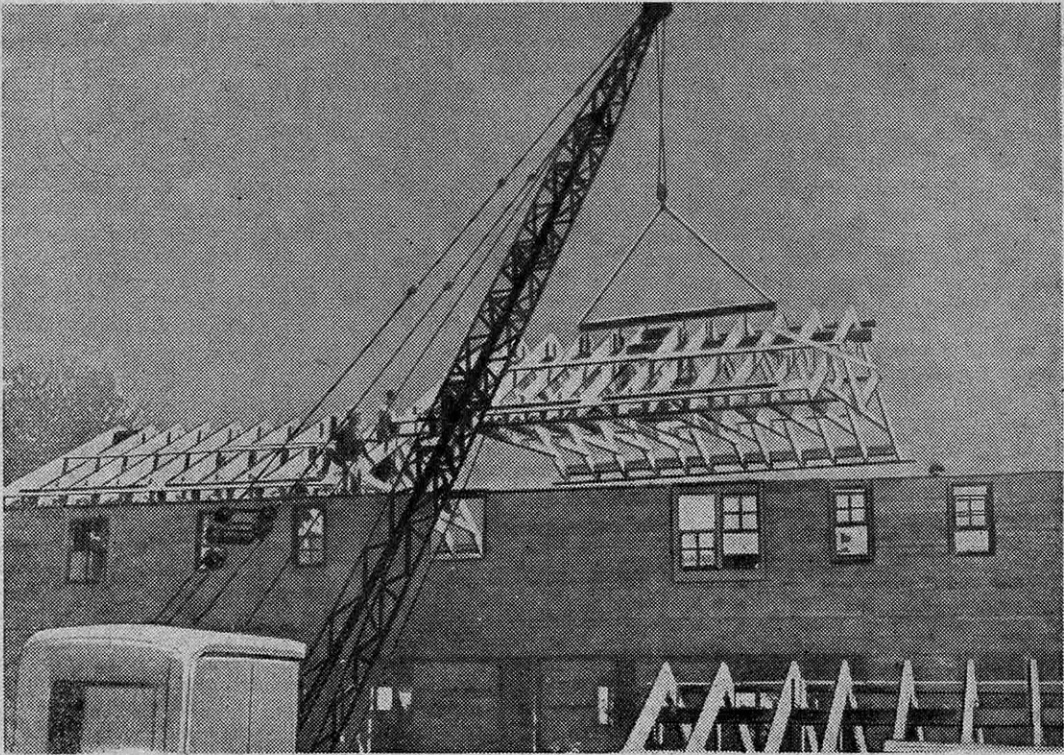


FIG. 6. — LA POSE DE LA TOITURE D'UNE MAISON PRÉFABRIQUÉE (ÉTATS-UNIS)

Le toit est mis en place, directement, au moyen d'une grue sur camion, par éléments couvrant plusieurs pièces d'habitation.

l'importation américaine, dans la mesure où elle nous sera consentie. Et déjà étaient en route pour la France (fin août) 3 520 maisons arrivant de New York pour constituer, probablement à Noisy-le-Sec, la première « ville américaine » française. Leurs « murs » auront précisément de ces revêtements en bois comprimé et contre-plaqué que nous venons de signaler.

La liste des nouveaux matériaux serait incomplète si nous ne signalions ceux qu'il faut prévoir comme « bourrage isolant » de tels murs établis en lames minces. Le problème est de stabiliser l'air dans leur espace intérieur, puisqu'ils sont creux et que leurs deux faces ne sont pas toujours de même nature. La « laine de verre » et, encore, la « laine de laitier » — sorte de pierre ponce artificielle recueillie, « écrémée », sur la fonte des hauts-fourneaux — réalisent le plus économiquement cet isolement thermique. Naturellement, on peut en chercher d'autres, tels que « l'alfol » ou papier d'aluminium froissé dont le « matelas » ultra-léger, déjà très employé dans les cabines d'avions, comme dans les wagons frigorifiques, constitue un excellent isolant. Celui-ci, du moins, a vu le jour en France.

L'aspect européen du même problème : La reconstruction d'urgence

Le tour d'horizon américain étant à peu près bouclé, il nous faut à présent retourner en

France, afin de découvrir les solutions adéquates à sa situation de pays sinistré qu'elle partage avec tous les pays européens. Aucun d'eux, même l'Angleterre, dont la puissance industrielle sort intacte de la guerre, ne saurait prétendre imiter littéralement la construction américaine.

Avec son empirisme et son réalisme légendaires, l'Angleterre n'a pas craint de faire marche arrière, dans ses projets les plus récents par rapport aux directives initiales envisagées par le gouvernement. Au lieu du million d'habitations d'urgence qu'on envisageait de construire en deux ans, c'est au chiffre de 300 000 que s'est arrêté le plan officiel nouvellement révisé. Ceci, pour les techniciens, signifie que « l'habitation provisoire », caractérisée par la maison faite de matériaux légers, cède le pas, dans l'esprit des directeurs responsables, à la maison définitive. Détail intéressant : les architectes britanniques, soucieux de construire vite, économiquement, avec un matériau national, avaient jeté leur dévolu sur l'acier que les usines de guerre pouvaient continuer de fournir largement. Des modèles assez variés ont été offerts au public. Celui-ci s'est cabré, malgré tout ce que la formule comportait d'étudié en matière de confort, d'isolement thermique, de revêtement et d'enduits spéciaux destinés à masquer le « métallisme » de la construction. Aucune expérience ne montre mieux qu'en architecture, fût-ce la plus sommaire, le constructeur ne saurait tricher sur le matériau. La maison, objet statique, n'est pas une machine dont la fonction, dynamique par essence, est

de s'user dans l'effort et le travail. En tant que matière de base, l'acier est destiné à soutenir l'effort des machines, non l'état des maisons.

L'exemple de la Russie est encore plus instructif. Là, ce sont les ruines qu'utilisent directement les sinistrés eux-mêmes, initiés à l'art de construire par des moniteurs d'Etat dans des « clubs de reconstruction ». A Stalingrad, la population, sitôt délivrée, fut logée sous la tente au milieu des décombres, avec comme consigne : reconstruire. Elle a d'abord utilisé le sol, la terre, comme matière première en les mélangeant de goudron, de bitume ou de chaux, à raison de moins de 10 %. Retenons ce « béton » de terre. Les cuirs et peaux provenant des abattoirs ont servi à cloisonner, à imperméabiliser les toits. On a fabriqué, concurrentement, des contre-plaqués en orgalithe, des plaques de « laine minérale » et, tant qu'on a pu, des briques, du plâtre, de la terre cuite. Pour faire un liant, une petite usine utilisa la poussière des décombres pulvérisés par les obus. « Grâce à ces initiatives populaires que dirigeaient les pouvoirs publics, écrit un témoin, il fut possible à Stalingrad, dix-huit mois après la libération, d'avoir 350 000 m² de surface couverte affectée au logement; 300 000 habitants se trouvaient à l'abri et 45 % des moyens industriels avaient retrouvé leur activité. Depuis, l'amélioration va son train, mais il est admis, en U.R.S.S., que les villes ne seront pas obligatoirement reconstruites sur leurs anciens emplacements; que la migration orientée vers l'Oural par la nouvelle industrie de guerre sera accentuée encore, afin de dégager l'Ouest sinistré. Tant et si bien que l'un de nos confrères de l'architecture, désireux connaître les méthodes utilisées en Russie Soviétique, reçut de Moscou, où il avait fait parvenir un questionnaire précis sur la méthode de « préfabrication », la réponse suivante : « Prière de préciser ce que vous entendez par ce terme de préfabrication inconnu de nos techniciens. »

Ainsi, le pays de « l'isba » construira certainement et construit déjà les isbas suivant la méthode ancestrale, partout où le bois se présente comme matériau immédiat, mais il n'a pas fini de nous étonner dans ses méthodes d'évolution, notamment en architecture. Dans ce pays, où notre bourgeoisie routinière aper-

cevait le berceau de ce qu'elle appelait volontiers « l'architecture bolchevique », — entendant par là des « édifices à ossature d'acier » et revêtements hétéroclites — l'on a vu surgir tout autre chose, par exemple des monuments qui superposaient en répétition verticale trois fois de suite la *Dogana* (palais des doges vénitiens), elle-même importée, comme on sait, de Byzance. Aussi bien le béton armé, cher à M. Auguste Perret, l'architecte le plus classique de notre temps, s'apprête-t-il à jouer, en Russie soviétique, un rôle plus important que la maison préfabriquée par ensembles. « Avant de construire d'une façon massive, il faut créer l'arsenal de la reconstruction. » Telle est la direction. En attendant, c'est bien sur le « provisoire » réel que vivent des millions de sinistrés dont les initiatives sont guidées par des pouvoirs régionaux extrêmement décentralisés.

Avant touché, avec l'exemple russe, l'antithèse de la méthode américaine, comment devons-nous envisager à notre tour la reconstruction d'urgence française?

Les données française : nécessité de créer une industrie du bâtiment

Pour nous aussi, l'œuvre capitale est de créer « l'arsenal de la reconstruction ». Et le mot comporte, naturellement, par simple définition industrielle, ceux de « normalisation » des éléments comme de « minimum de travail » sur le chantier d'assemblage — la « normalisation » n'étant d'ailleurs elle-même qu'une méthode de « maximum de rendement » pour les usines alimentant le chantier. Fabriquer en des séries les moins coûteuses, donc quantitativement les plus grandes, les éléments les moins nombreux et les mieux définis géométriquement pour le bon rendement en chantier, tout en permettant à celui-ci d'obtenir le maximum de diversité architecturale répondant à la diversité même des besoins économiques et sociaux « d'habitation », tel est donc le but vers lequel doivent converger — et convergent, nous le savons, dans les milieux officiels, — la doctrine de la reconstruction en France.

Avant d'examiner succinctement ce que peut

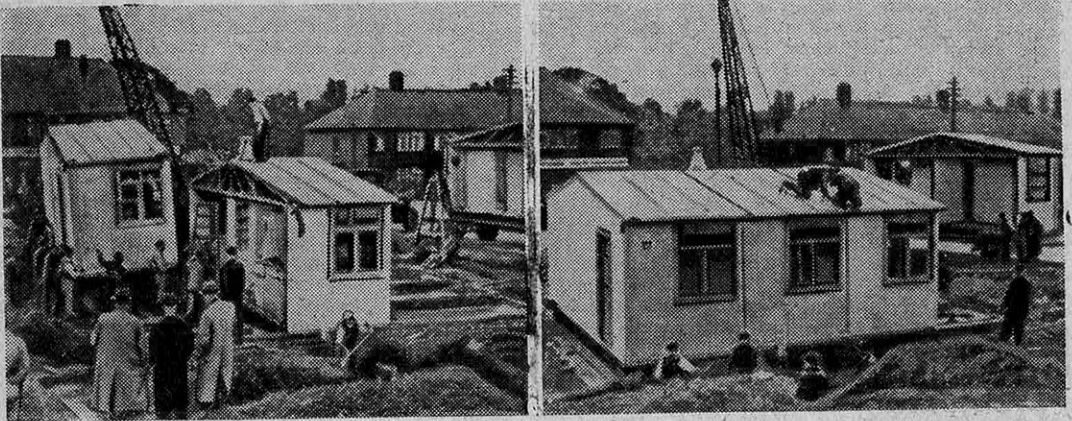


FIG. 7. — UNE MAISON D'ALUMINIUM INSTALLÉE EN 3 HEURES ET DEMIE (ANGLETERRE)

Entièrement préfabriquées par tranches, avec doubles parois (murs et toits) d'alliage léger, bourrées d'un isolant thermique, ces maisons sont mises en place à la grue roulante, sur fondations de briques, seul élément de construction locale.

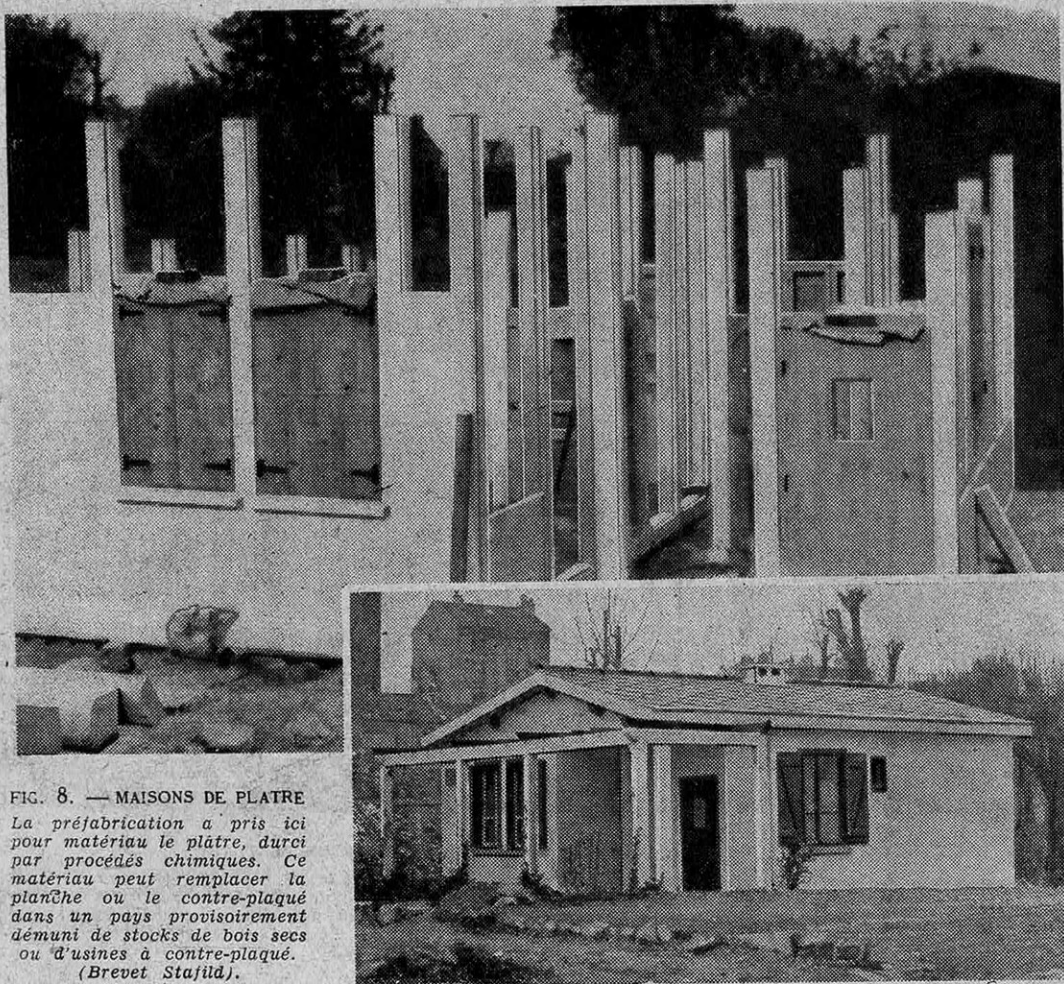


FIG. 8. — MAISONS DE PLÂTRE

La préfabrication a pris ici pour matériau le plâtre, durci par procédés chimiques. Ce matériau peut remplacer la planche ou le contre-plaqué dans un pays provisoirement démuné de stocks de bois secs ou d'usines à contre-plaqué. (Brevet Stafild).

être la normalisation des éléments d'une telle architecture, prévenons immédiatement la fameuse objection d'esthétique. Va-t-on uniformiser, chez nous, l'art de bâtir et détruire la vivante diversité de nos maisons normandes, bourguignonnes, picardes ou provençales? La réponse tient en un mot. Si, réellement, l'architecture est un art — procédant par modulation et même par « nodulation », si l'on se réfère à ce terme de « nodule » par lequel les architectes grecs établissaient géométriquement les éléments de leurs immortels « canons » — imités plus tard en cela par les constructeurs médiévaux — on peut affirmer qu'une normalisation bien établie doit justement ramener l'architecture populaire française à l'art véritable. Cette esthétique abolira définitivement la maison pâté-de-foie dont se déshonore, depuis cinquante ans, notre banlieue parisienne et qui déborde largement en province. Tandis que, sur le plan national, nous serons délivrés du style « grand Palais » de l'Exposition universelle. On l'a déjà fait observer, mais répétons-le : est-ce que la plus parfaite des normalisations ne réside pas dans les 25 lettres de notre alphabet latin ou, encore, dans les 7 notes de la gamme? Ces éléments n'ont-ils pas suffi aux poètes et musiciens de l'Occident pour exprimer (parce qu'ils y étaient de plus en plus contraints

par les règles « classiques » dont il fallait constamment s'affranchir en les respectant) toute la variété de leurs chefs-d'œuvre?

L'utilisation de tous les matériaux disponibles : terre, plâtre, argile cuite

Nous nous trouvons donc en présence de deux nécessités, l'une immédiate, celle du logement d'urgence; l'autre à longue échéance, celle d'une construction nouvelle, plutôt que d'une « reconstruction » des maisons, des villages et des villes de France. Entendons bien, par là, que d'ici un quart de siècle ce ne seront pas seulement les destructions de guerre qui devront se trouver remplacées; mais les taudis et des quartiers entiers de nos villes, qu'il s'agisse de Cahors ou de Paris. Un architecte d'avant-garde, M. André Lurçat, propose qu'après soixante-dix ans d'existence, toute maison d'habitation puisse être invitée, de droit, à disparaître pour laisser la place à un immeuble neuf. Pensée un peu radicale, mais rationalisant après tout la loi d'évolution que nous énoncions en débutant.

De ce point de vue, les deux problèmes, l'immédiat et le lointain, doivent être conju-

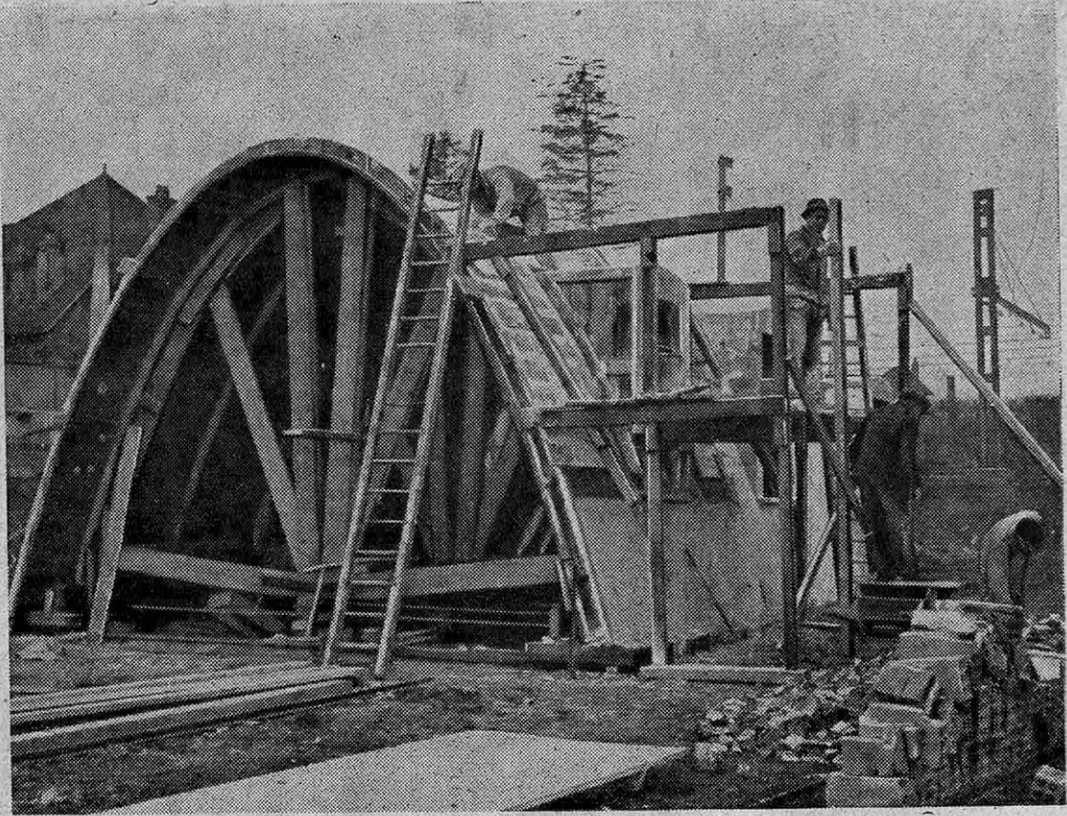


FIG. 9. — LA CONSTRUCTION D'UNE MAISON EN BÉTON DE PLÂTRE

Cette technique est particulièrement bien adaptée à la construction des logements d'urgence dans les villes sinistrées; en effet, à l'exception des encadrements des portes et des fenêtres, tout le gros œuvre peut être exécuté avec des matériaux de rebut provenant de la récupération des démolitions. La construction en voûte permet l'économie de la charpente (Systac). (Photo, Techniques et Architecture).

gués, fondus en un seul, dans un plan de reconstruction d'ensemble où le « provisoire » sera établi de telle manière qu'il ne puisse en aucun cas devenir « définitif » et où le définitif s'élaborera suivant le rythme accéléré qu'autorisent les progrès de la technique contemporaine.

L'habitat provisoire ne saurait donc viser au confort. Les matériaux qui lui seront consacrés ne devront être capables de supporter aucun réemploi. La main-d'œuvre spécialisée, devenue rare et précieuse, doit être réservée aux usines. En sorte que pour l'habitat provisoire, des architectes tels que MM. A. Perret et Le Corbusier s'accordent pour proposer qu'il débute, le cas échéant, par la hutte aux murs de terre (pisé), recouverte de branchages et encore de terre. Le « béton de terre » obtenu avec du gravier et un pourcentage de ciment (inférieur à 70 kg par mètre cube de terre sèche) permet d'élever des murs d'une résistance très suffisante pour supporter un toit. Les constructions « murondines » — c'est-à-dire faites de murs et de rondins — sortes d'isbas à minimum de bois imaginées par M. Le Corbusier, peuvent être fabriquées sur place avec des matériaux locaux non ouverts ou presque pas ouverts : terre, sable, bois des forêts, branches, fagots, mottes de gazon. Installés en groupements pittoresques, à condition d'être établis

rationnellement, les « murondins » s'intègrent naturellement dans le paysage et peuvent constituer de véritables villages.

Le béton de plâtre constitue une solution évidemment plus élégante, mais non peut-être plus solide que celle du béton de terre. Il permet d'établir des voûtes en forme de chaînette. Mais encore, le plâtre, si commun dans certaines régions de France, a donné lieu à des recherches particulièrement intéressantes. Additionné de certains produits chimiques, il a pu servir à préfabriquer totalement des maisons dont l'assemblage, par jointoiement classique à la truelle, devient extrêmement aisé.

Naturellement, les briqueteries doivent entrer en action, avec des fours de cuisson qui ne consomment pas, pour le même travail, trois et quatre fois plus de charbon, par exemple, que les briqueteries fonctionnant actuellement : aux États-Unis : nous n'avons guère perfectionné l'art de cuire l'argile au pays de la tuile romaine.

Et pourtant la céramique d'argile semble loin d'avoir dit son dernier mot. A preuve : l'apparition des « fusées céramiques ». Ce sont des tubes d'argile nervurés s'emboîtant les uns dans les autres avec lesquels on établit en plan vertical des anneaux juxtaposés, d'une grande élasticité. En faisant descendre la couverture jusqu'au sol et en constituant le sol intérieur

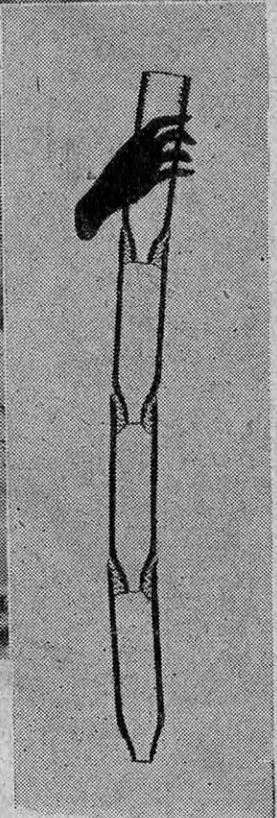
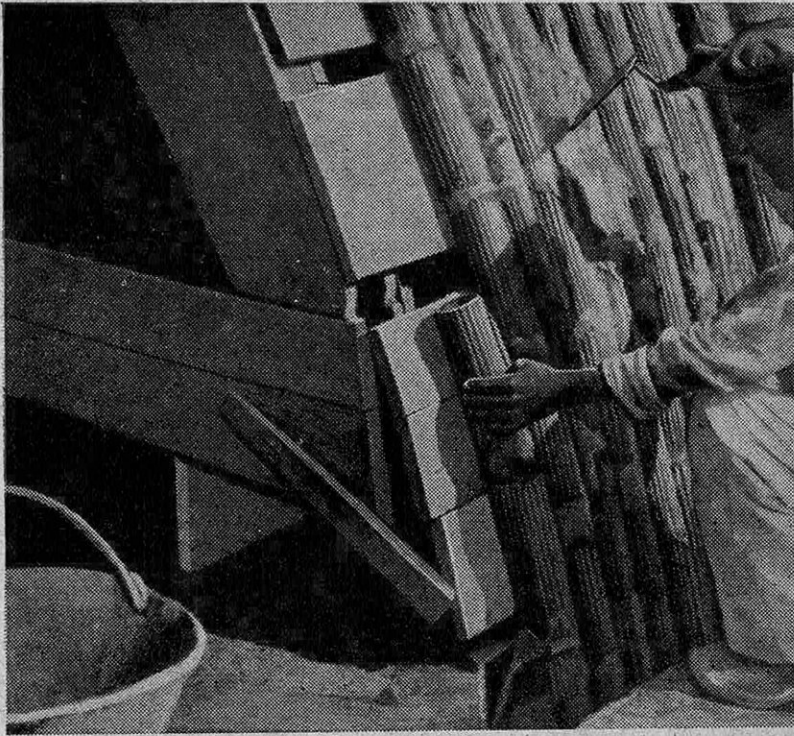


FIG. 10. — LA FUSÉE CÉRAMIQUE PERMET DES CONSTRUCTIONS RAPIDES ET POURTANT DÉFINITIVES

En reliant bout à bout des cylindres de terre cuite par des goulets ménagés à l'une de leurs extrémités, M. Couelle obtient encore une voûte de telle ouverture qu'on désire. En juxtaposant de semblables arcs, on établit des voûtes aussi puissantes qu'on le veut en doublant et triplant leur épaisseur. Horizontalement, à condition de ne pas excéder certaine portée-limite, le même procédé permet d'établir des planchers et des plafonds dont l'avantage est de pouvoir loger immédiatement et sûrement toute la canalisation électrique. Le chauffage des locaux peut être assuré par une circulation d'air chaud dans les « canalisations » constituées par les fusées emboîtées bout à bout.

de la maison par un plancher de « fusées » juxtaposées, on constitue un type d'habitation tout à fait nouveau. Une maison pour une famille de six personnes peut être établie en six jours, avec la « fusée céramique » utilisée en double épaisseur, à joints alternés.

Ciment, plâtre, argile cuite, terre crue, voilà donc les premiers animateurs de l'habitation d'urgence, improvisée. En aucun cas, l'effort consacré à la fabrication du matériau n'est ici perdu. Une briqueterie, un four à ciment ne pourront que servir l'industrie du bâtiment définitif, le démarrage du plan général.

Le bois, matériau méconnu

Il reste, naturellement, le bois. Mais, en attendant l'extension inéluctable des fabrications de contre-plaqué à partir de nos bois coloniaux, en particulier de l'Okoumé de notre Afrique Equatoriale, les forêts de France ne peuvent fournir immédiatement que du bois vert. Nos stocks de bois secs, s'ils n'avaient été la proie des Allemands, n'auraient d'ailleurs présenté aucune mesure commune avec nos besoins actuels.

Or, voici qu'un ingénieur architecte, M. Jacques Couelle, réussit à utiliser le « travail » du bois frais de coupe comme... facteur de raidissement. Il transforme un vice en qualité.

Sa méthode n'a rien que de rationnel : une

planche sciée dans un bois fraîchement abattu va se « gondoler » comme chacun sait; se « gauchir », pour dire le fait en charpentier-géomètre. Une surface qui de plane devient gauche travaille donc « à la torsion ». Le phénomène n'échappe pas, loin de là, à la mécanique rationnelle. La cause de la torsion réside, en l'espèce, dans l'hétérogénéité des fibres ligneuses qui, se desséchant, vont tendre dissymétriquement les surfaces de la planche. Mais il est un moyen fort simple — il suffisait d'y penser: — pour rétablir la symétrie des efforts, c'est de raboter deux planches issues d'un même plan de sciage et de les réaccoupler à contre-fil de leur structure ligneuse commune. Leurs efforts de gauchissement se trouveront ainsi compensés puisqu'ils sont désormais polarisés en sens inverse dans l'un et l'autre des éléments jumeaux. Une charpente constituée de « poutres », ainsi remaniées par sciage et par inversion lamellaire de leur structure, va donc pouvoir sécher impunément dans le bâtiment où elle sera mise en place.

Réalisez par ce système une ossature; agrémentez le châssis de croisillons de style normand; remplissez les vides avec du pisé (terre mêlée de paille, légèrement chaulée); recouvrez ce pisé d'un enduit, et vous aurez reconstitué, en beaucoup mieux, beaucoup plus solide, la maison qui d'Avranches ou de Caudebec-en-Caux à Rouen s'est montrée assez con-

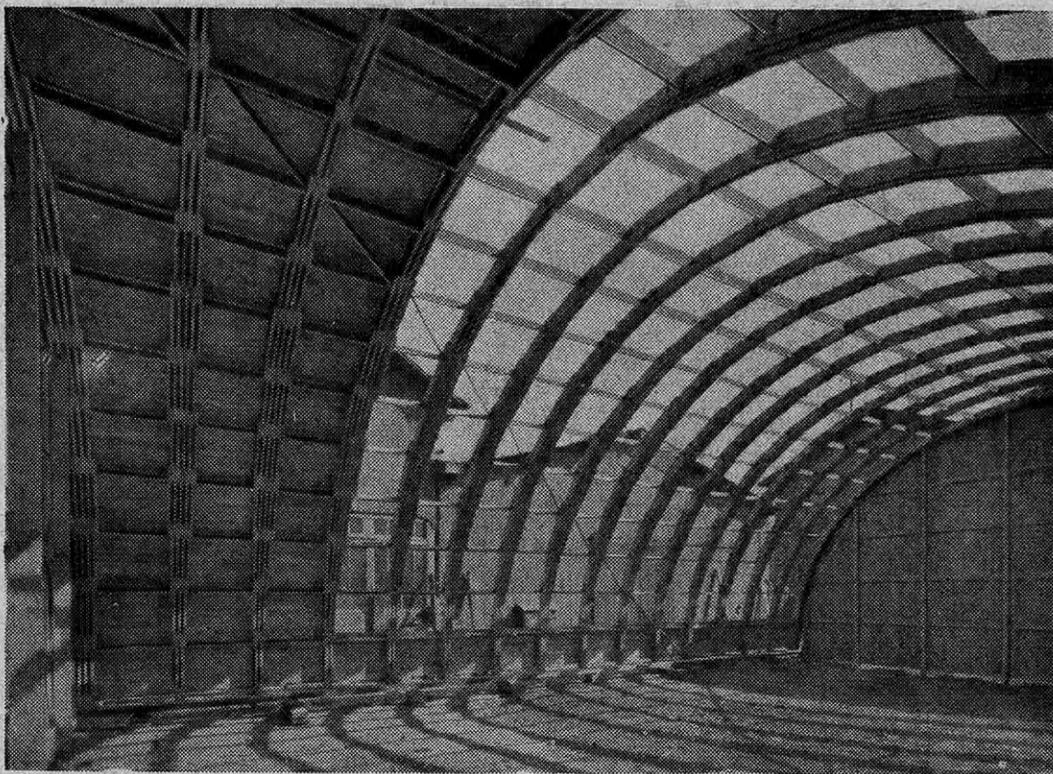


FIG. 11. — LA CHARPENTE A TORSION. UNE CRÉATION FRANÇAISE (BREVETS COUELLE)

Le bois vert, frais de coupe, est utilisé ici en opposant ses effets naturels de torsion au séchage. Disposés à contrefil de leurs plans de sciage, les éléments de bois accouplés latéralement et juxtaposés longitudinalement, comme le montre cette photo, permettent de construire des charpentes en forme de voûte d'une très grande hardiesse de construction.

fortable pour survivre quatre cents ans à ses bâtisseurs. Cette fois, on n'accusera pas l'architecte de tricher avec le « provisoire » puisque celui-ci, traité largement, rejoint certain définitif qui a fait ses preuves.

Ni, du reste, avec la normalisation..., car tous les éléments du système Couelle (planches, pannes, écrous d'assemblage) sont parfaitement normalisés. Et comme outils, le chantier d'assemblage n'exige, à rigoureusement parler, qu'une clé anglaise et une truëlle.

Nous laissons aux urbanistes la responsabilité de décider s'ils pourront reconstituer, sur ce thème, quelques villes de Normandie. Mais, dans la reconstruction rurale, le procédé paraît venir à point. D'autant qu'avec la fusée céramique et la charpente de torsion l'architecture peut créer toutes sortes de formes dérivées de la voûte, depuis le hangar de la grande ferme à céréales jusqu'à l'église. Le revêtement adopté pour la voûte sera, suivant le cas, le contre-plaqué, la tôle ondulée, le plancher recouvert d'ardoise ou de tuile plate, etc...

A propos du bois, il faudrait examiner le sort qui est réservé chez nous à la maison de planches clouées — baraquement, pour l'appeler par son nom. Aucun doute : c'est là le type même du logement qu'il faudra sévèrement maintenir dans la catégorie du provisoire et pour cela l'établir avec des matériaux non récupérables.

Certes, il est possible de perfectionner l'affreuse « baraque Adrian » qui, au terme de

l'autre guerre, s'imposait en laissé-pour-compte de l'Intendance. Aujourd'hui, nous n'avons ni les baraquements militaires, ni les planches, ni les chevrons de bois sec qui seraient indispensables à la diffusion d'un tel logement d'urgence. N'espérons dans ce sens que les envois dont voudra bien nous gratifier l'Amérique. C'est seulement dans l'abstrait que l'on peut imaginer une fabrication en série d'éléments de bois réellement normalisés à l'usine, dont l'assemblage sur nos chantiers reconstituerait les performances américaines. Notons seulement, avec tous les gens de métier, que la maison de bois, soi-disant démontable et remontable, ne s'ajuste jamais sans coups de hache ou de masse de charpentier qui écourtent singulièrement sa carrière vagabonde — à moins qu'il ne s'agisse d'éléments normalisés avec précision, et faits, par conséquent, de matériaux spéciaux qui seront peut-être un jour, mais ne sont pas encore à la disposition de nos fabricants de maisons. Il faut, en effet, installer d'abord la fabrication de ces matériaux.

La normalisation, facteur de liberté pour l'architecte, de choix pour l'usager

Le prix du matériau revient toujours à celui de la main-d'œuvre, additionné au prix de l'énergie (électricité ou charbon) utilisée pour le préparer. Le prix du montage se décompose

exactement suivant les mêmes termes. En sorte qu'il est vain d'admirer une maison préfabriquée en bloc à l'usine pour être montée en quelques heures sur le chantier, si l'on n'écrit pas dans le même bilan le coût des deux opérations :

Une maison métallique? Soit. Mais établissons le coût de ses tôles et de ses charpentes à partir du haut-fourneau, en passant par le laminage, le traçage, le montage à blanc en usine, etc... Une maison établie par éléments préfabriqués en béton vibré? Bien sûr... Mais calculons, ici encore, le coût total comparé au mur de briques classique. Et puis, invitons le futur usager à se prononcer. Car le prix de revient ne commande pas en maître absolu. Il y a l'homme à qui la maison doit convenir.

Les nouveaux matériaux et procédés d'ores et déjà inventés et même primés aux concours du ministère de la Reconstruction sont extrêmement nombreux. Nous ne saurions en faire le catalogue. Tout est bon pourvu que l'on dégage un principe vraiment rationnel. Et ce principe, c'est celui que semblent rapporter de leur mission en Amérique le colonel R. J. Elyachard et M. Kendel : « On est amené, écrivent-ils dans leur rapport, à penser que la formule de la maison préfabriquée en bloc cédera le pas (même en Amérique) à celle de la maison à caractère définitif construite avec le plus grand nombre d'éléments préfabriqués : portes, croisées, bloc-eau... Fabriqués en très grande série dans des usines très bien outillées, ils permettent d'aboutir à l'abaissement recherché du prix de revient. » En d'autres termes, on peut et doit normaliser tous les éléments qui peuvent l'être, en toutes sortes de matériaux disponibles, mais, pour l'application, des conventions métriques extrêmement étudiées doivent être adoptées. Chaque élément cons-

titutif doit être un multiple exact d'un « nodule » convenu, ce qui revient, pour l'architecte, à l'obligation de tracer son dessin dans un espace quadrillé à trois dimensions — avec, sous les yeux, le catalogue des *normes légales* concernant les largeurs de façade, les hauteurs de plafond, les profondeurs des locaux entre murs finis, les largeurs de trumeaux, les baies pour croisées et porte-croisées; et encore : les appareils d'équipement, de plomberie, de chauffage, etc...

C'est ainsi, par exemple, que neuf types de croisées à deux vantaux ont été retenus comme satisfaisant au plus grand nombre de besoins...

La normalisation ainsi généralisée constitue nécessairement une œuvre d'Etat — tout au moins d'un syndicalisme vraiment collectif. Sur ces normes, la *préfabrication* doit logiquement s'épanouir aux risques de l'entrepreneur.

Ce risque sera d'autant moins élevé que le préfabricant appliquera son activité à des éléments plus élémentaires : poteau, poutre, moellon, brique, parpaing, « tuiles » de béton de larges dimensions, panneau de revêtement ou de coffrage, etc... Et l'entrepreneur d'équipement muni, lui aussi, de normes correspondant à celles de l'architecte, se trouvera, tout de même, plus à l'aise pour offrir le chauffage, le service d'eau, la cuisine, le conditionnement de l'air, etc..., à des prix de revient optima.

Ainsi encadrée par une légalité de méthode dont la législation d'Etat ne doit être que la simple consécration, au pays de la géométrie « claire et distincte », l'initiative du constructeur reprend tous ses avantages d'intelligence et d'art, tandis que le goût et les besoins particuliers de l'usager conservent leur droit naturel de choisir et même de concevoir la maison comme prolongement immédiat de la personne.

Maurice CONTAMIN et Jean LABADIE.

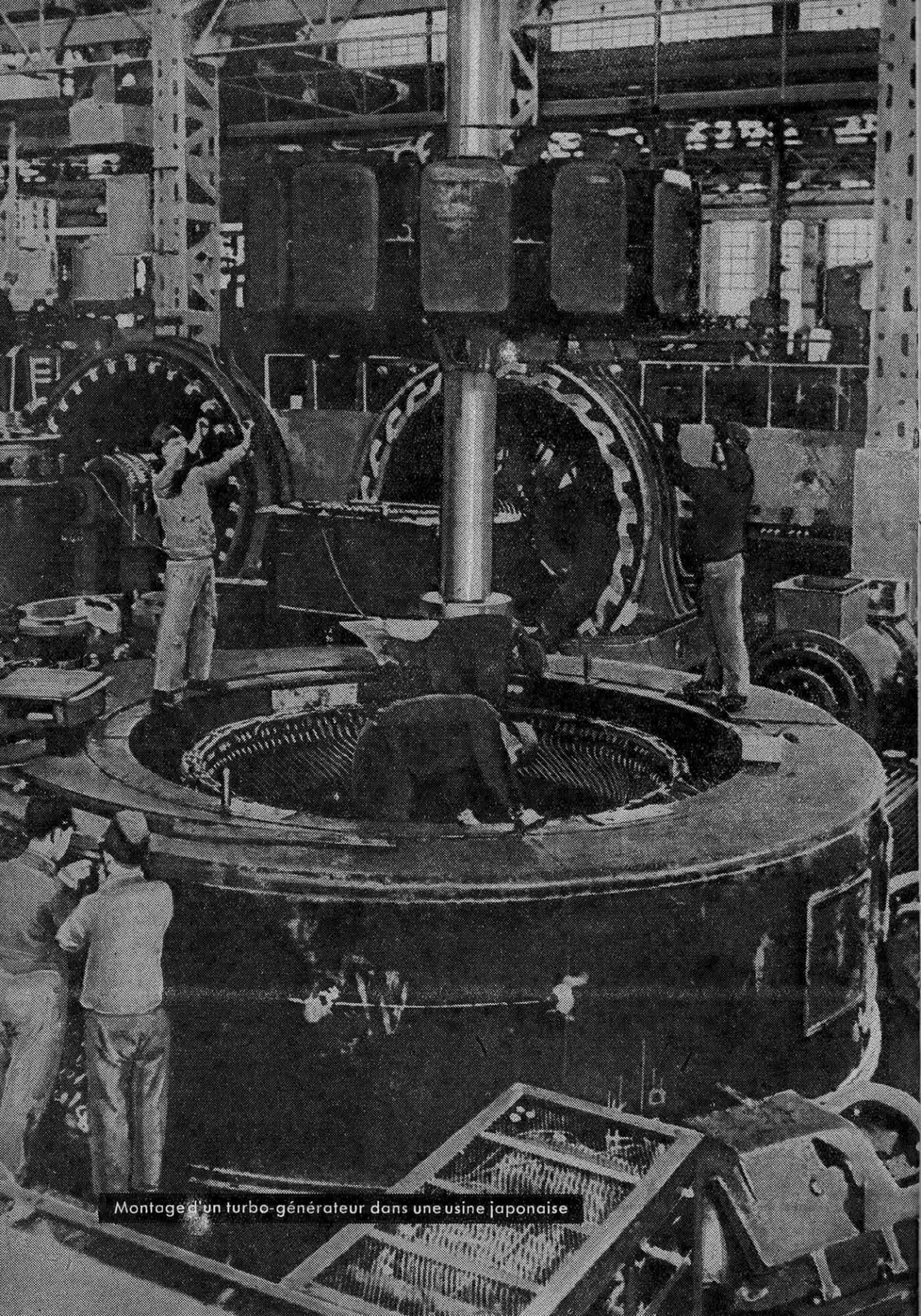
Très prochainement sera mis en vente le NUMERO HORS SERIE que SCIENCE ET VIE va consacrer à L'ARTILLERIE ATOMIQUE et à ses plus récentes applications aux armes de guerre aussi bien qu'aux techniques du temps de paix, industrielles, biologiques et médicales. Il mettra à la portée de tous les principes sur lesquels reposent les techniques ultramodernes d'accélération des particules électrisées (électrons, protons, deutons, ...) et de libération des neutrons. Les applications pratiques de ces projectiles sont déjà très nombreuses : production des rayons X, microscopes électroniques, fabrication de radioéléments artificiels, neutronthérapie, bombes atomiques. Elles sont appelées à prendre, dans un avenir prochain, une extension considérable. Nul ne peut les ignorer.

NUMERO HORS SERIE Prix de vente : 60 francs franco.
Prix spécial aux abonnés : 50 fr. (1).

Seuls les règlements par chèque postal sont acceptés (formule rose ou virement)

3, rue d'Alsace-Lorraine, Toulouse. C/C. postal 184-05 Toulouse.

(1) Rappeler le numéro de l'abonnement sur le talon du chèque postal.
Pour les lecteurs **non abonnés** mentionner « numéro hors série » sur le talon du chèque postal en ayant soin d'écrire lisiblement le nom et l'adresse de la personne à qui nous devons adresser le numéro hors série.
Inutile de nous envoyer une lettre,



Montage d'un turbo-générateur dans une usine japonaise

L'ÉQUIPEMENT ÉLECTRIQUE DU JAPON

par Roger DUNOIR

De toutes les grandes puissances mondiales, le Japon est une des moins favorisées au point de vue de ses richesses naturelles; aussi avait-il fait de grands efforts pour les utiliser à plein. En particulier, tandis que beaucoup de pays ont seulement « écrémé » leurs ressources en houille blanche en équipant d'abord les chutes les plus rentables, le Japon a équipé ses moindres torrents. Un plan quinquennal (1939-1943) de construction de barrages lui a permis d'augmenter de 75 % sa capacité de production. Si l'on excepte les grands barrages en construction en Corée et en Mandchourie, l'équipement électrique de l'Empire nippon se composait d'une poussière d'usines de faible puissance unitaire groupées en de nombreux réseaux indépendants qui échappaient par leur disposition et leur petitesse aux bombardements aériens. Néanmoins, le pilonnage des superforteresses B-29, particulièrement poussé à partir du printemps 1945, a pu porter des coups sérieux à l'équipement électrique des îles nippones et, par suite, contribuer à la capitulation de ce pays si intensément électrifié. Mais, en fait, la défaite du Japon fut due, après l'anéantissement de sa marine, à la destruction de son industrie aéronautique, alimentée par des sources d'énergie électriques dispersées, mais trop concentrée dans les usines des régions de Tokio et de Nagoya.

LE Japon avait fait un effort considérable pour s'électrifier. Non seulement, la moindre cabane japonaise — papier et bambou — dispose d'au moins une ampoule électrique suspendue au plafond de papier, mais la plupart des industries de guerre furent électrifiées.

En 25 ans, c'est-à-dire de 1920 à 1945, la production de l'énergie électrique du territoire japonais avait quadruplé. Depuis 1937, elle avait augmenté de 75 % pour les seules îles du Japon. De 1937 à 1943, un effort considérable fut entrepris pour construire de grands barrages en Mandchourie et en Corée. En 1945, la puissance installée de l'Empire du Mikado, pour l'ensemble comprenant les îles nippones, la Mandchourie, la Corée, Formose et la Chine occupée, était d'environ 18 millions de kilowatts et la production annuelle voisine de 75 milliards de kilowatts-heure.

En 1944 il existait dans cette zone au moins 1 200 stations génératrices, 32 000 km de lignes de transport d'énergie à haute tension et 325 000 km de lignes de distribution.

Dans les îles du Japon, 60 % de l'énergie électrique est d'origine hydraulique

Pays accidenté et coupé de nombreux torrents de débit assez modéré, les îles nippones, dont les moindres cours d'eau ont été aménagés, sont équipées de multiples installations hydrauliques de faible importance unitaire. Celles-ci

sont complétées par des usines thermiques (générateurs à vapeur alimentés au charbon), destinées à compenser la perte de puissance résultant des périodes de sécheresse. La nature du sol des îles japonaises n'offrant que des surfaces restreintes pour l'établissement de grands réservoirs artificiels, limite les dimensions et le rendement des stations génératrices individuelles et par là même augmente leur nombre. En 1944, le Japon proprement dit ne possédait guère que 60 stations d'énergie d'une puissance supérieure à 50 000 kW. La proportion entre générateurs thermiques et générateurs hydrauliques est au Japon de 40 % pour les premiers et de 60 % pour les seconds.

Le caractère compartimenté du terrain a empêché l'établissement d'un équipement homogène et le développement de systèmes d'énergie électrique fonctionne sur différentes périodes de courants.

Un plan quinquennal d'équipement électrique

En mars 1938, en prévision de la guerre, la Diète Japonaise vota une loi sur le contrôle de l'énergie électrique qui donnait au gouvernement le pouvoir de régler la production et la transmission de l'énergie électrique. Le but était d'assurer le maximum de fourniture d'énergie électrique à l'industrie et aux transports. Une compagnie japonaise de production et de transmission d'énergie électrique fut organisée sur une base semi-officielle et un plan quinquennal (1939-1943) fut mis sur pied.

L'entreprise hydroélectrique de Yalou (1938-1942)

Les rivières profondes de Corée, descendant avec une faible pente vers le golfe de Petchili, offraient une solution d'une plus vaste ampleur au problème de l'énergie hydraulique.

Les emplacements les plus favorables sont les rivières Ghoshin et Kosuin, affluents du grand Yalou qui sépare la Corée du Mandchoukouo. Un autre était le Koryo et un troisième le Yalou lui-même, qui prend sa source dans le Hakuto-San et coule en direction sud-ouest vers la Mer Jaune.

L'entreprise de beaucoup la plus importante fut celle du Yalou, construite sous les auspices des gouvernements du Japon, de la Corée et du Mandchoukouo. Elle fut financée en partie par les intérêts Noguchi qui monopolisent notamment les industries de carburant synthétique et les industries d'engrais.

La compagnie d'énergie hydroélectrique du Yalou fut formée en 1937 et entreprit la construction d'un grand barrage à Sulhodo comparable au Boulder Dam des Etats-Unis. On espérait que la puissance de l'installation serait de 640 000 kW à partir de la fin de 1942. En y ajoutant les autres usines d'énergie électrique

du Yalou supérieur, la puissance totale devait atteindre 1 600 000 kW.

Le barrage de Kirin sur le Sungari (1942-1944)

Les Japonais utilisaient en outre une branche du Sungari qui prend sa source près de la frontière de Corée dans les contreforts des Monts Changpai et traverse les provinces de Fengtien et Kirin, en Mandchourie, avant de rejoindre le Sungari principal. Un barrage et une usine d'énergie électrique furent construits au-dessus de Kirin et devaient produire environ 600 000 kW vers la fin de 1944. Ce barrage devait être utilisé non seulement pour irriguer les terres et pour régulariser les inondations, mais devait aussi fournir l'énergie nécessaire au district de Kirin, centre des industries chimiques mandchoues de carburants et de caoutchouc synthétique.

Ces grandes entreprises hydroélectriques de Mandchourie et de Corée témoignent d'une grande habileté technique.

Dès 1941, les Japonais étaient capables de construire la plus grande turbine hydroélectrique du monde et d'équiper l'usine de Suihodo (sur le Yalou) de générateurs construits au Japon. Les seules commandes d'équipement électrique passées aux Etats-Unis en 1937 et 1942 sont celles

de l'usine d'énergie électrique, de Suihodo sur le Yalou.

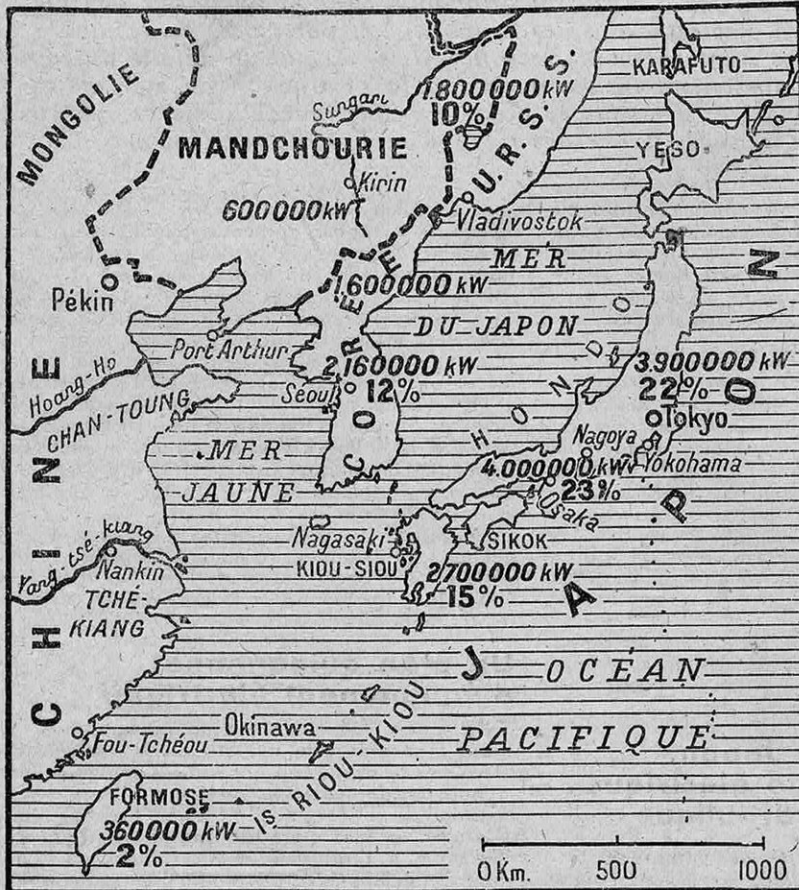


FIG. 1. — RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DE LA PRODUCTION JAPONAISE D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

L'énergie électrique et la machine de guerre japonaise

En 1944, le Japon avait suffisamment d'électricité pour ses besoins du temps de guerre. En outre, il était en mesure de fabriquer un équipement électrique suffisant pour accroître l'énergie électrique produite par l'Empire au taux d'environ 1 million de kWh par an. De 1937 à 1943, l'accroissement d'énergie électrique fut de 75 %.

Pendant les mêmes années, l'index de toutes les activités japonaises a augmenté de très peu au Japon proprement dit, à peine de 10 à 20 %. L'écart entre l'accroissement de la production de l'énergie électrique (75 %) et celui de l'activité industrielle en général (10 %) montre l'importance des transferts d'énergie du secteur thermique au secteur électrique.

La répartition de l'énergie électrique produite dans la machine de guerre japonaise était la suivante en 1942 : 25 % de l'énergie électrique est absorbée par les industries métallurgiques, 20 % par les industries chimiques, 20 % par celles de construction de machines, le reste, 35 %, est réparti parmi les consommateurs pour l'éclairage, l'énergie et les transports. Depuis 1943, il n'y a guère d'usines de guerre, depuis celles qui fabriquent des avions et du matériel d'artillerie, jusqu'à celles qui fabriquent de la rayonne, qui ne fassent un emploi intensif de l'énergie électrique.

Principales régions fournissant l'énergie électrique

La région de Tokio produisait et utilisait 22 % environ de l'énergie électrique produite dans les territoires japonais. Les installations hydroélectriques sont environ quatre fois plus nombreuses que les usines thermiques, et dans cette région le prix de revient de l'énergie est moins élevé qu'ailleurs, même en saison sèche. Les principaux consommateurs sont les industries de l'aluminium, les usines chimiques de fixation de l'azote, les usines de matériel d'artillerie, ainsi que celles travaillant le fer et l'acier. Dans cette région on compte 12 usines à vapeur qui sont concentrées le long des rivières qui traversent Tokio et près de la mer à Yokohama et Kawasaki.

Les usines hydroélectriques sont réparties dans les montagnes sur un rayon d'environ 200 km au nord et au nord-ouest de Tokio. Les principales sont celles des rivières Shinano, Agano, Tone, Fuji et Theuryu.

Nagoya possède une importante installation à vapeur et des usines hydroélectriques sont réparties dans les régions montagneuses au nord et au nord-ouest des districts industriels de 200 km environ. Les plus gros consommateurs sont les industries de fixation de l'azote, ainsi que celles qui travaillent le fer et l'acier et les usines de matériel.

Cette région utilise un courant à 60 périodes par seconde dont l'échange avec Tokio est difficile.

La région Osaka-Nagoya produisait et utilisait 23 % environ de l'énergie électrique produite dans les territoires japonais. Trois grandes

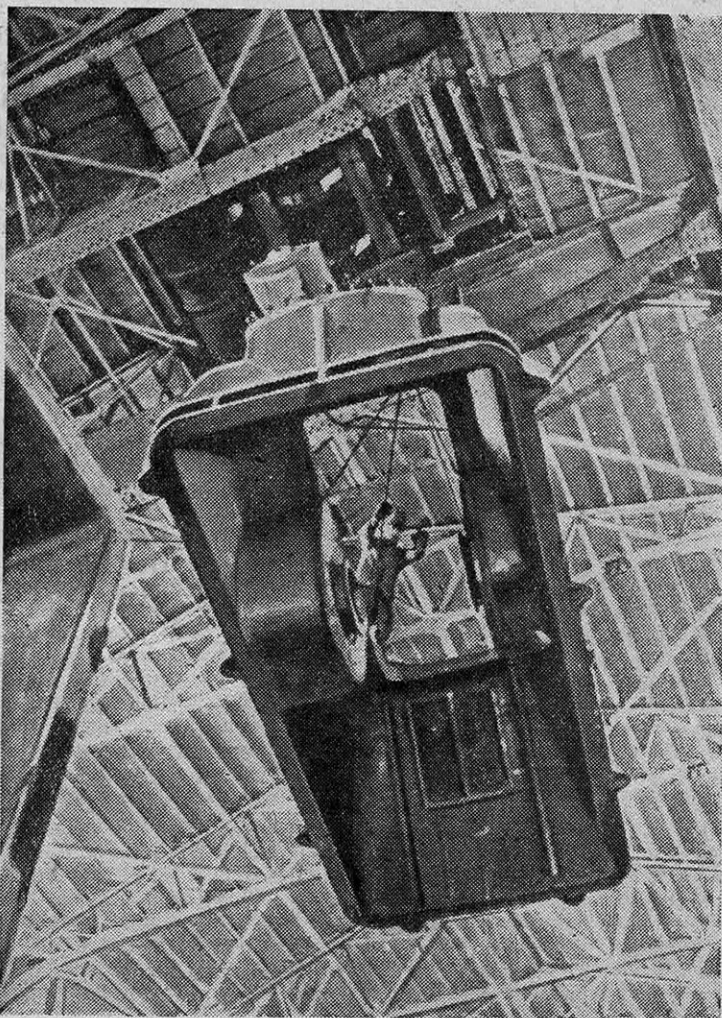


FIG. 2. — LE BÂTI D'UN GÉNÉRATEUR EN COURS DE MONTAGE DANS UNE USINE JAPONAISE

Quelques années avant la guerre, les Japonais étaient parvenus à se rendre indépendants de l'étranger pour la construction de leur matériel électrique. Ce générateur a été entièrement réalisé par l'industrie japonaise, sans l'aide d'ingénieurs étrangers.

usines du front de mer d'Amagasaki entre Oraka et Kobé ont environ 12 % de l'énergie électrique produite à la vapeur dans la zone intérieure. La région comprend à peu près autant d'installations à vapeur que d'installations hydroélectriques, ces dernières prenant à leur charge les 2/3 du travail pendant les mois humides de l'année, alors que les premières en font les 2/3 pendant la saison sèche.

L'île de Kiou-Siou produisait et utilisait 15 % environ de l'énergie électrique produite dans les territoires japonais. La plupart de cette production appartient à des usines thermiques qui sont situées près de la grande région industrielle de Yamata où les usines d'énergie électrique peuvent utiliser le charbon fourni par les mines de Chikoku dans le nord-ouest de Kiou-Siou où elles ont facilement accès. Le nord de Kiou-Siou est presque entièrement ravitaillé par des installations à vapeur concentrées dans quelques

usines. La partie ouest de l'île dépend des usines thermiques. Les principaux consommateurs de cette région sont les aciéries et les usines métallurgiques de Yawata et Tobata, ainsi que les industries de l'aluminium et du charbon. Les usines de cette région utilisent les courants de fréquence 50 et 60.

Le total pour le Japon même était donc de 60 %.

La Corée produisait et consommait 12 % environ de l'énergie électrique totale produite dans les territoires japonais. Les fluctuations dues aux saisons sont moins importantes dans cette région du fait que la capacité des réservoirs en permet l'utilisation pendant la saison sèche; le reste est fourni par des usines thermiques ravitaillées en charbon par les mines du nord-ouest de la Corée. Les plus gros consommateurs de la Corée sont les usines d'azote synthétique (qui fournissent 1/3 de la production d'azote et sont étroitement liées financièrement avec l'industrie électrique de la Corée) et les usines d'aluminium et de magnésium.

La Mandchourie produisait et consommait environ 10 % de l'énergie électrique totale des territoires japonais. Les 2/3 de cette production continuent à venir des usines à vapeur dont les principales sont situées près des mines de charbon de Fushum et de Fushin. Quand le plan d'équipement sera réalisé, les usines hydro-électriques joueront un rôle important dans la production du courant électrique de Mandchourie. Les principaux consommateurs sont les mines de charbon et les usines de fer et d'acier, bien que l'industrie chimique et celle des métaux légers deviennent chaque jour plus importantes.

Formose produisait et consommait 2 % de la production électrique totale des territoires japonais, mais la moitié environ est produite par les deux grosses usines hydroélectriques du lac Jitsuget-sutan dans la partie centrale, nord de Formose. Des usines à vapeur d'importance moyenne desservent les régions de Keelung et Takao, et de petites usines de même type sont situées sur la côte orientale, en particulier près de Karenko. Les variations saisonnières sont grandes. Le principal consommateur est l'usine d'aluminium de Takao.

En résumé, le total pour la zone Mandchourie-Corée-Japon était donc 85 % de la production totale. Le reste de la production électrique des territoires japonais, soit 15 %, était réparti entre Karafuto (partie japonaise de Sakhaline, Hokkaido, le nord de Hondo, dans le sud-ouest de Hondo, dans l'île Shikoku et en Chine occupée.

Les variations saisonnières de production des barrages hydrauliques sont compensées par des usines thermiques

Les premières participent pour 65 % à l'énergie produite annuellement, les secondes pour 35 %. La production d'énergie électrique japonaise est extrêmement sensible aux variations saisonnières. Pendant la saison sèche (en général quatre mois par an : janvier et février, août et décembre), les Japonais doivent compléter l'énergie hydroélectrique par l'énergie thermique, étant donné que la topographie générale des îles métropolitaines ne permet pas la construction de réservoirs d'une capacité suffisante pour répartir la production sur toute l'année.

En fait les îles japonaises disposent de deux systèmes de production électrique qui ravitaillent les mêmes consommateurs aux différentes époques de l'année.

L'équipement électrique du Japon fut-il vulnérable aux bombardements ?

La production électrique du Japon a été relativement peu vulnérable aux attaques aériennes. La grosse majorité des stations génératrices sont à la fois trop petites et trop éloignées les unes des autres pour offrir de bonnes cibles.

La majorité des stations importantes sont situées dans des régions montagneuses où il est difficile de les repérer et où elles pouvaient facilement être camouflées.

Les usines à vapeur étaient en général plus aisées à repérer par leurs hautes cheminées et elles sont d'ordinaire situées auprès d'une rivière importante. Elles sont sensiblement plus vulnérables à cause de leurs chaudières.

En Corée, en Mandchourie ou à Formose, les usines présentent de grands barrages très visibles, mais dont les turbines et les génératrices sont sous béton et assez bien protégées.

En résumé, au Japon même, l'installation électrique étant très morcelée, très compartimentée, très dispersée, fut relativement peu vulnérable aux attaques aériennes. Celles-ci frappèrent surtout les industries de transformation utilisant cette énergie électrique; en premier lieu, l'industrie aéronautique qui était concentrée dans la région de Tokio et de Nagoya.

Roger DUNOIR.

◆ Le Japon enregistre par jour, en moyenne, quatre tremblements de terre dont la plupart sont imperceptibles. Des séismes graves ont lieu néanmoins tous les six ou sept ans. Au cours des deux cents ans qui ont précédé 1927, on estime que les tremblements de terre ont détruit plus de 200 000 existences humaines et plus d'un million de maisons.

◆ Le plus vaste cratère volcanique du monde est celui du volcan japonais Asosan, qui a seulement 1 700 m de hauteur. Le cirque intérieur mesure 16 km sur 24 km, avec des parois à pic de 600 m de haut.

LA BOMBE ATOMIQUE ET L'AVENIR DES FLOTTES DE GUERRE

par Camille ROUGERON

Depuis l'attaque, aux premiers jours de la guerre, de la flotte allemande dans ses bases par les bombardiers de la R.A.F., jusqu'aux destructions de navires japonais sur les côtes et dans les ports de l'archipel par les avions de l'amiral Halsey, la puissance de destruction de l'avion a crû régulièrement. A la bombe et à la torpille de poids moyen en usage en 1939, dont les avions japonais se servirent contre les plus récents des grands bâtiments qu'il leur fut donné d'attaquer en décembre 1941, ont succédé des armes d'une efficacité très supérieure: la bombe fusée, les bombes télécommandées, les bombes à direction automatique. La bombe atomique n'est qu'un dernier apport à un arsenal d'armes dont les plus récentes n'ont pas encore la sanction du combat. Jamais le problème de l'avenir des marines de guerre devant l'avion ne s'est posé avec plus d'acuité qu'aujourd'hui.

Le navire de ligne et ses adversaires de 1939 à 1945

CONTEMPLANT la flotte qu'il avait plus qu'aucun autre contribué à créer et qui venait de triompher en 1914-1918, lord Fisher concluait au lendemain de cette guerre : « Tous ces navires sont à mettre à la ferraille. L'avion décidera dans la guerre sur mer comme dans la guerre sur terre. » Au moment où la première bombe atomique était lancée sur la base navale d'Hiroshima par une des « Superforteresse » du général Mac Arthur, les réflexions de l'amiral Nimitz sur l'avenir de la plus grande flotte qu'ait connue l'histoire et qui venait, elle aussi, de jouer le rôle principal dans l'écrasement du Japon, n'ont pas dû être plus optimistes que celles de l'amiral Fisher. S'il était besoin de sonner une fois de plus le glas des flottes de ligne et des cuirassés de 45 000 tonnes, la bombe atomique s'était chargée de le faire, de manière à être entendue des pires sourds.

L'opinion dominante, ou plus exactement l'opinion de ceux qui avaient le pouvoir de décision quant à l'emploi qu'on ferait des crédits navals, a fortement varié de 1939 à 1945. Sans retracer son évolution complète, peut-être n'est-il pas inutile de rappeler le point de départ et l'aboutissement.

Ni l'avis de lord Fisher, ni celui de très rares marins qui partageaient son pessimisme sur la capacité des flottes, dans leur composition traditionnelle, à résister à l'avion, n'avaient eu d'effet sur les décisions des cercles navals dirigeants. Les navires de ligne britanniques les plus modernes étaient certainement plus mal défendus contre l'avion de 1939 que leurs prédécesseurs contre l'avion de 1918. Ils ne l'étaient d'ailleurs pas beaucoup mieux contre des navires du même type qu'eux, et il est heureux qu'en 1940, les trois derniers navires mis en chantier par Fisher, le *Hood*, le *Re-*

nown et le *Repulse*, aient pu tenir tête, basés sur Gibraltar, à des cuirassés rapides italiens qui n'avaient rien à craindre d'un *Nelson* ou d'un *Rodney*. Mais les autres marines n'étaient pas mieux partagées. Aucun doute ne fut permis lorsqu'elles eurent à protéger une intervention en Norvège, un réembarquement à Dunkerque ou des convois contre les raids de croiseurs dans l'Atlantique Sud.

En 1939, aucune marine n'avait encore rompu cet accord tacite qui interdisait de bouleverser les règles traditionnelles du combat sur mer par le recours à l'avion. Les conférences de Washington et de Londres pénalisaient celles qui auraient tenté de mettre un pont d'envol sur un grand bâtiment par des réductions de déplacement, de calibre et de nombre de pièces assez sévères pour les décourager. L'avion devait se confiner dans des tâches secondaires de reconnaissance, d'exploration, de réglage de tir, pendant que le grand navire armé de canons resterait l'« épine dorsale des flottes ». L'aviateur partageait la réputation qui atteignait jadis l'arbalétrier assez osé pour mettre à mort le chevalier armé d'une lance, et qui se voyait tout juste toléré contre les infidèles.

Exerçant un contrôle étroit sur l'aviateur qui travaillait à son profit, le marin pouvait lui imposer sa règle du jeu. Mais elle devait cesser d'être respectée dès qu'interviennent des forces aériennes placées sous un commandement indépendant. En Norvège, puis à Dunkerque, la « Luftwaffe » et la R.A.F. intervinrent sans ménagement. L'aviation allemande entreprit ensuite d'interrompre le cabotage sur les côtes sud et est d'Angleterre ; le « Coastal Command » de la R.A.F. se vit chargé de la même mission, de l'Espagne au Danemark, puis en Méditerranée.

Au cours de ces cinq années que jalonnent les noms de Tarente (1), de la campagne de

(1) Voir : « La victoire de l'avion sur le cuirassé » (*Science et Vie*, n° 294, février 1942).

Crête (1), de Pearl Harbor (2), des batailles dans le Pacifique entre escadres qui ne s'apercevaient que par les yeux de leurs aviateurs, le rôle de l'avion est allé continuellement en croissant.

Les dernières de ces opérations sont celles de la 3^e Flotte, qui réussissait, sous les ordres de l'amiral Halsey, les forces américaines et britanniques chargées du blocus des îles japonaises. Leur activité de juillet est le plus récent témoignage du rôle de l'avion sur mer.

Le 14 et le 15 juillet, la 3^e Flotte, qui croissait sans interruption au large du Japon, lançait ses avions contre la navigation côtière de la région nord de Hondo et à Yeso. Ils ne rencontrèrent aucune opposition aérienne. Au cours de ces quarante-huit heures, 140 bâtiments, totalisant 71 000 tonnes, furent coulés, dont 27 petits navires de guerre, contre-torpilleurs et escorteurs, 59 dragueurs, 6 petits cargos, 3 remorqueurs et 37 bateaux de moindre importance; 293 autres, totalisant 88 000 tonnes, furent endommagés, dont 7 contre-torpilleurs d'escorte, 34 cargos, 12 pétroliers, 86 lougres et 89 bâtiments plus petits.

Les 24, 25 et 26 juillet, 1 000 avions américains et britanniques de la 3^e Flotte renouvelaient l'opération avec le même succès contre les restes de la marine de guerre japonaise, au mouillage dans ses bases de Yokosuka, Kure et Kobé. Vingt navires de guerre furent touchés, dont les cuirassés *Hyuga* et *Haruma*, de 30 000 tonnes, les croiseurs lourds *Tone* (14 000 tonnes) et *Aoba* (9 000 tonnes), les croiseurs légers *Oyoda*, *Kuma* et *Hosho*, les porte-avions *Amagi*, *Katsuragi*, *Aso*, *Kaiyo*; 32 cargos et 53 bâtiments légers furent coulés ou endommagés. Après deux jours de mauvais temps, le 28 juillet, les attaques reprurent et le cuirassé *Hyuga* fut coulé.

Si les opérations de l'amiral Halsey n'apportent aucun fait absolument nouveau, il faut cependant noter à la fois l'étendue des destructions et les pertes relativement légères de l'assaillant. Dans l'opération des 14 et 15 juillet contre la navigation côtière, élément essentiel des transports de l'archipel, 26 appareils seulement furent perdus. Mais leur personnel

(1) Voir : « La bataille de Crête » (*Science et Vie*, n° 287, juillet 1941).

(2) Voir : « Six mois de guerre dans le Pacifique » (*Science et Vie*, n° 299, juillet 1942).

fut récupéré en partie, et seuls 10 pilotes et 6 hommes d'équipage furent portés manquants.

Le caractère le plus intéressant de l'opération du 24 au 28 juillet est l'absence de surprise, de cette surprise qu'on invoquait pour expliquer les succès de Tarente et de Pearl Harbor. La flotte de l'amiral Halsey, accompagnée de ses pétroliers, de ses ravitailleurs en munitions, etc., croisait depuis un mois au large de l'archipel. La marine japonaise avait certainement concentré dans ses bases navales tous les moyens de détection et de protection dont elle disposait. On peut être sûr que ses navires n'y étaient pas amarrés à couple, comme ceux qu'elle trouva en rade de Pearl Harbor, mais bien dispersés, camouflés... Rien n'y fit. Toutes ces précautions se révélèrent inutiles. L'aviation montra qu'elle pouvait, en force, détruire une flotte de guerre au mouillage.

De tels résultats obtenus avant l'entrée en service de la bombe atomique sont l'aboutissement d'une série de progrès d'ordre technique ou tactique dont il convient de marquer les phases principales.

La multiplicité des attaques

La démonstration de la puissance de l'avion

contre le cuirassé a été donnée pour la première fois en décembre 1941, au mouillage de Pearl Harbor d'abord et, trois jours plus tard, contre le *Repulse* et le *Prince of Wales*, au large des côtes de Malaisie.

La vulnérabilité du navire de ligne au mouillage n'était pas une nouveauté. Les cuirassés italiens coulés à Tarente, comme les croiseurs de bataille *Scharnhorst* et *Gneisenau* immobilisés à Brest, étaient des résultats positifs à l'actif de l'avion. Mais l'achèvement à flot des derniers grands bâtiments britanniques et allemands, le maintien dans leurs bases respectives des cuirassés de la « Home Fleet », ou du *Bismarck* et du *Tirpitz*, incitaient à quelques réserves.

Contre le navire au large, l'avion apparaissait moins puissant encore. Les attaques avaient été nombreuses. Mais, malgré bombes et torpilles, le *Vittorio Veneto*, atteint au cours de la bataille du cap Matapan (1),

(1) Voir : « Les enseignements de la bataille de la mer Ionienne » (*Science et Vie*, n° 286, juin 41).

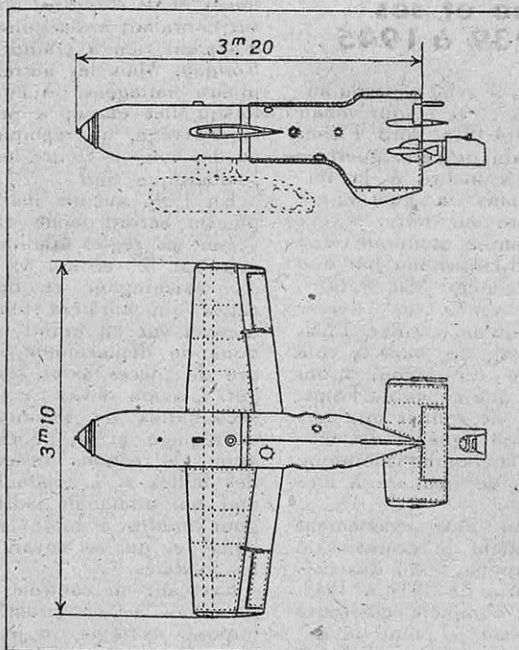


FIG. 1. — LA BOMBE PLANANTE, Hs 293

La bombe Hs 293 est une bombe planante, à propulsion par fusée, et commandée par radio. Elle comprend, de l'avant à l'arrière, la charge explosive formant l'avant du fuselage, la voilure, l'arrière du fuselage contenant un gyro de direction automatique et le récepteur radio de télécommande, l'empennage et le traceur de queue. Sous la bombe est suspendue la fusée propulsive à deux liquides. La bombe Hs 293 pèse 600 kg et contient environ 270 kg d'explosif. Elle a remporté de remarquables succès en Méditerranée en 1943; elle a notamment coulé plusieurs navires lors des débarquements d'Italie et de Corse.

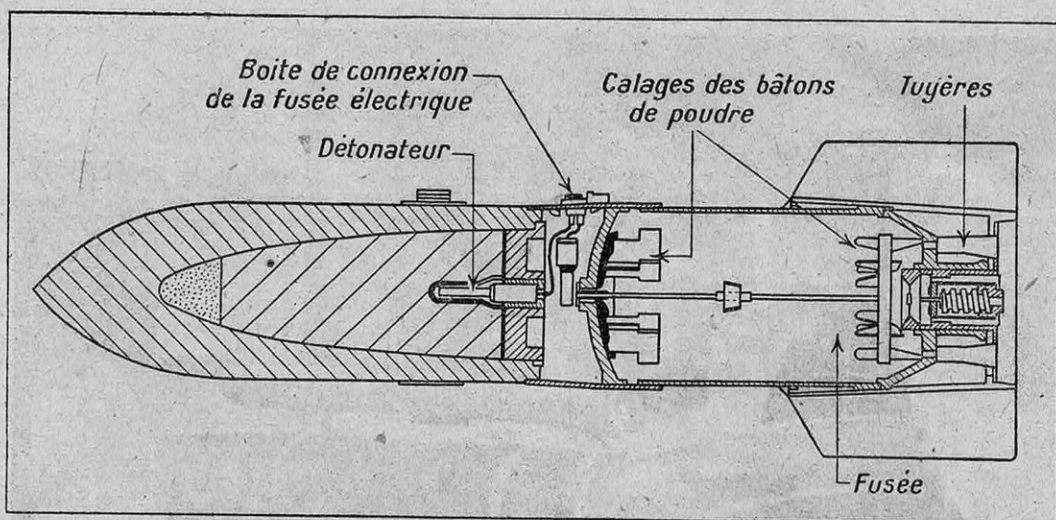


FIG. 2. — BOMBE-FUSÉE ALLEMANDE DE 1 000 KG

Cette bombe, reproduite également en 500 kg et en 1 800 kg, a été la première bombe contre navires destinée pour augmenter à la fois la puissance de perforation et la précision du lancement par l'emploi d'une fusée (1). La propulsion est assurée par 19 bâtons de poudre à la nitroglycérine éjectant leurs gaz par 6 tuyères divergentes. La bombe elle-même est organisée en bombe de perforation, à très faible charge de tolite (54 kg) dans un corps lourd (670 kg).

avait pu rentrer à sa base. Le *Bismarck* avait été désarmé, mais il avait fallu un long combat d'artillerie et les torpilles d'un croiseur pour le couler. Attaqués dans le canal de Sicile par les avions allemands et italiens basés dans l'île, les cuirassés britanniques continuaient à passer.

On devait donc croire que le navire de ligne échappait à la règle générale. L'avion restait, pour le cuirassé, une menace grave devant laquelle on pouvait tenir avec des blindages largement calculés, un nombre imposant d'affûts quadruples ou octuples de canons automatiques, une escorte nombreuse de croiseurs et de torpilleurs.

Les destructions des navires de ligne américains et britanniques ne s'expliquaient par aucun progrès de la bombe, de la torpille ou de l'avion. Le navire était la victime de bombardiers et de torpilleurs aux performances bien modestes, dont les engins ne comportaient aucune nouveauté. Le seul mérite du commandement naval japonais avait été de les employer en masse suffisante. Les 27 avions torpilleurs qui attaquèrent à plusieurs reprises le *Repulse* et le *Prince of Wales* réussissaient avec des pertes modérées, là où les attaques de moindre envergure échouaient avec des pertes plus graves. La multiplicité des attaques gênait aussi bien la défense active, en divisant son feu et l'obligeant à des transports de tir continus sur l'avion le plus menaçant, que la multiplicité des impacts déjouait la résistance du caisson de protection.

La bombe-fusée

La bombe-fusée, en augmentant la tension de la trajectoire et la vitesse d'impact, résolvait à la fois le problème de la précision du tir à une distance où le risque de l'avion était modéré, et de l'efficacité de la bombe contre des ponts fortement protégés.

(1) Voir : « La bombe-fusée » (*Science et Vie*, n° 301, sept. 1942).

Elle apparut pour la première fois, semble-t-il, en Méditerranée où elle donna d'excellents résultats, en juin 1942, entre les mains des aviateurs de la « Luftwaffe » attaquant les convois britanniques à destination de Malte. Pour la première fois, l'un d'eux dut faire demi-tour après qu'escorteurs et escortés eurent été presque tous coulés ou endommagés.

La supériorité de la bombe-fusée sur la bombe ordinaire, lâchée à la vitesse de l'avion et ne s'accélégrant que dans la mesure où la pesanteur y contribue, est aussi grande que celle d'un fusil ou d'un canon remplaçant la grenade à main.

La bombe-fusée assure d'abord la précision du lancement, même à grande distance. Le fortin, la pièce de D.C.A. abritée, le char, le navire sont justiciables d'une arme qui substitue, à une trajectoire courbe nécessitant des corrections de pointage difficiles et soumise à des perturbations aérologiques importantes, une trajectoire tendue de maniement aisé. Elle assure également la justesse du tir contre objectif mobile, par réduction de la durée de trajet, donc de l'amplitude des manœuvres de dérobement que peut tenter l'adversaire. Elle ajoute enfin toute la puissance de perforation désirée.

C'est sur ce dernier point qu'elle apporte une aide décisive à l'avion qui veut attaquer le cuirassé.

A condition de mettre en ligne des effectifs suffisants et de consentir au sacrifice d'une fraction importante de ces effectifs, l'aviation japonaise avait fait la preuve que des avions d'un type ancien, lançant des bombes ou des torpilles de poids modéré, peuvent couler un navire de ligne. Mais la démonstration ne portait que sur des navires de lignes démodés, à l'exception du *Prince of Wales* auquel on pouvait reprocher de grosses erreurs, au moins en ce qui concerne la stabilité. S'étendait-elle au bâtiment protégé par des ponts de 200 mm

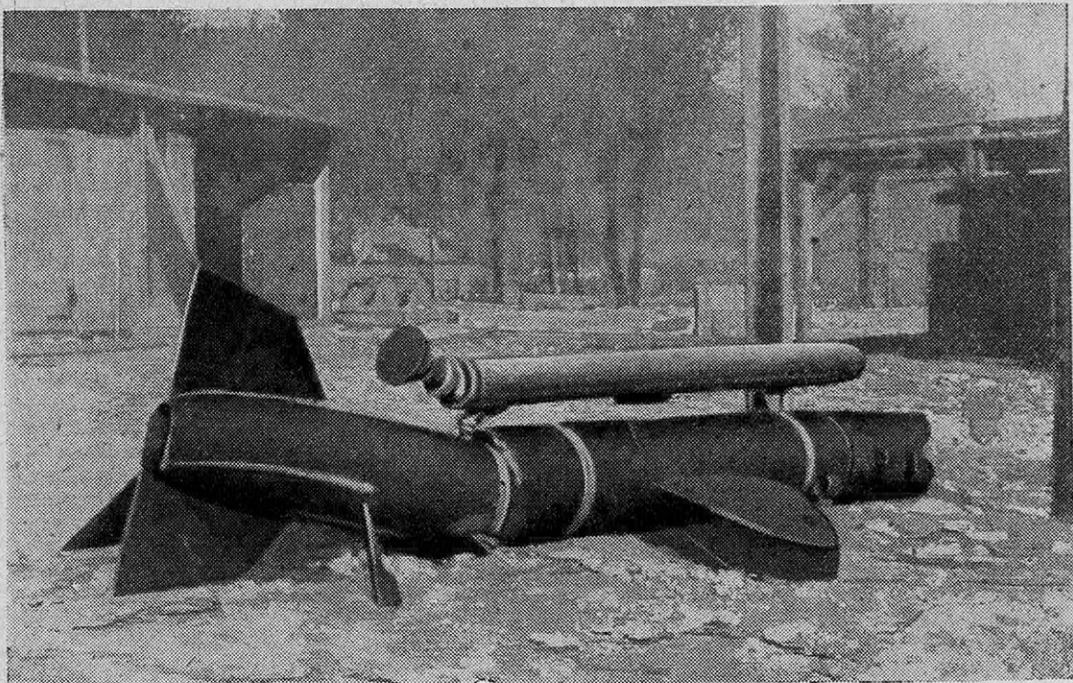


FIG. 3. — LE « SCHMETTERLING », BOMBE PLANANTE DE D.C.A.

Le « Schmetterling », reconstitué à Nordhausen où la production de série venait de commencer à la fin des opérations contre l'Allemagne, est une bombe planante à propulsion par fusée, radio-guidée, destinée à la D.C.A. Sa vitesse est de 960 km/h, sa portée de 32 km, son plafond de 15 km. Elle a été établie par le professeur Wagner, qui fut l'ingénieur en chef de Junkers pour l'étude des Ju-87 et Ju-88.

et des caissons sous-marins de 8 m soigneusement bourrés ou compartimentés qu'on pouvait établir depuis plusieurs années en 35 000 tonnes? S'étendait-elle aux navires bien mieux protégés encore qu'on eût réalisés dans les tonnage de 45 000 et 55 000 tonnes admis par la marine américaine?

Assurément pas. La vitesse du bombardier en piqué est élevée en tant que vitesse d'avion; elle est faible en tant que vitesse de bombe. Dans le semi-piqué indispensable à la sécurité d'un avion exposé à rencontrer la mer s'il ne se redresse pas assez vite, l'incidence de la bombe à l'impact réduit encore la puissance de perforation. Si bien que les bombes des avions japonais de décembre 1941 n'auraient probablement pas traversé le pont blindé du mieux protégé des croiseurs lourds.

Au contraire, la propulsion par fusée donne autant de solutions qu'on peut en désirer du problème de la perforation. Lancée en vol horizontal, même à très grande altitude, la bombe de perforation, à la forme et à la teneur d'explosif habituelles, dépasse difficilement la vitesse du son. Si elle le fait dans les hautes couches de l'atmosphère, elle est freinée comme la plupart des projectiles à son arrivée au niveau de la mer. Que l'on retarde jusqu'à cet instant la combustion de la fusée et les 250 à 400 m/s qu'ajouteront à la vitesse de la bombe 10 à 15 % du poids de celle-ci consacrés à la poudre doubleront cette vitesse, multipliant par 2,5 l'épaisseur perforée. Aucun pont de cuirassé, même de 55 000 tonnes, ne résistera à la grosse bombe lâchée en vol horizontal à grande altitude, qui bénéficierait, quelques se-

condes avant l'impact, d'un supplément de vitesse modéré imprimé par une fusée. Les bombes de 12 000 et de 22 000 livres (5,5 et 10 tonnes) employées par la R.A.F. contre le Tirpitz ne sont pas nécessaires : 1 000 kg suffisent.

Mais des poids très inférieurs encore conviendront si l'on demande à la fusée les très grandes vitesses qu'elle peut aisément donner et qui sont aussi favorables à la perforation qu'à la précision et à la justesse du tir contre objectif étroit et manœuvrant. Ce sont de telles bombes qui ont été lancées avec succès contre les chars et que la D.C.A. allemande commençait à retourner contre l'avion. On s'étonnera certainement un jour que l'on ait tant tardé à demander à la bombe-fusée les vitesses qu'elle donne beaucoup mieux que le canon. Elles ne sont guère fonction que du rapport du poids de poudre au poids total. Dès qu'il atteint 50 %, on dépasse les vitesses des plus rapides projectiles d'artillerie; vers 70 ou 75 %, on arrive aux vitesses de 2 000 à 3 000 m/s, que les considérations d'usure des tubes ou d'encombrement des bouches à feu interdisent d'obtenir autrement (1).

Assurément, si les formules de perforation ne laissent aucun doute sur le gain que l'on réalise en consacrant à la poudre une fraction croissante du poids de la bombe-fusée, le résultat n'est obtenu qu'au détriment de l'effet au delà du blindage. Mais cet effet, contre de la mécanique de bord, est déjà très satisfai-

(1) Voir : « Une arme nouvelle de 1942 : la bombe-fusée » (*Science et Vie*, n° 301, septembre 1942).

sant avec des projectiles de 152 mm d'un poids inférieur à 50 kg; il est d'ailleurs fortement accru en même temps que la vitesse restante après traversée du blindage, qui est le facteur principal de l'efficacité des éclats. La recherche de la puissance de perforation par relèvement du poids des bombes est une erreur. Les bombes-fusées antichars conviennent aux grands navires, et mieux encore des bombes plus légères à plus grande vitesse restante, dont on multiplierait le nombre.

La fusée et la bombe-torpille

L'attaque du grand bâtiment sous la flottaison reste un procédé de choix, même s'il est censé protégé par un caisson contre les explosions sous-marines. Car cette protection ne vise qu'à limiter les dégâts d'une explosion au contact du bordé de carène et non à interdire la pénétration par cette voie d'un projectile à grande vitesse qui tournerait ainsi l'obstacle de la cuirasse de ceinture et des ponts blindés. Sur le grand bâtiment, le blindage latéral ne descend en général qu'à 1,50 m au-dessous de la flottaison. On a reculé jusqu'ici devant le poids nécessaire à une ceinture qui protégerait les flancs jusqu'à dans les fonds. D'autant plus qu'on n'aboutirait probablement qu'à inciter l'adversaire à tenter l'attaque par en dessous; sur la seule face non protégée.

Si la trajectoire aérienne se prête aisément au maintien d'une vitesse restante propre à la perforation d'un blindage épais, il n'en est pas de même de la trajectoire sous-marine. L'effort de freinage est proportionnel à la densité du fluide. D'où la répartition traditionnelle des procédés d'attaque qui réserve l'énergie du

choc à l'arme aérienne et la forte charge d'explosif à l'arme sous-marine.

Là encore, la fusée permet de sortir des sentiers battus.

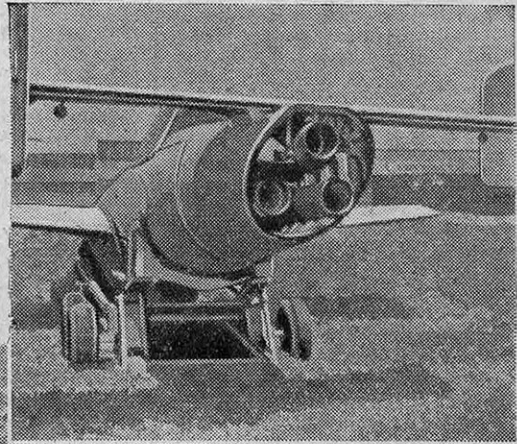
On ne sait pas toujours que son adaptation à la torpille automotrice date de loin et qu'elle est même antérieure à la torpille Whitehead à propulsion mécanique. C'est en effet le général Paixhans, plus connu pour avoir introduit en marine la tourelle et le canon à obus explosif, qui établit, au début du siècle dernier, la première torpille-fusée, utilisant la poudre noire, et l'expérimenta au besoin des Tuileries.

Dès qu'on visait à en faire une arme d'avion, il était naturel de combiner l'aptitude de la fusée aux très grandes vitesses sur la trajectoire aérienne et sa puissance pour le maintien dans l'eau d'une vitesse suffisante à la perforation de tous les blindages qu'elle aurait à rencontrer. Si elle atteignait directement le navire, la bombe-torpille devait traverser les ponts ou la ceinture; si elle tombait court, elle devait franchir à grande vitesse les quelques dizaines de mètres d'eau qui la séparaient du navire, le caisson de protection de celui-ci, s'il en avait un, et exploser après pénétration dans les grands compartiments des fonds. La seule difficulté technique était la réalisation d'un mécanisme de fusée provoquant l'explosion avec un retard par rapport à la rencontre de la première tôle ou du premier blindage, et non pas sur la surface de l'eau. Des fusées de ce genre avaient été étudiées pour les projectiles d'artillerie et fonctionnaient correctement.

Il ne semble pas que cette solution de la

FIG. 4 ET 5. — VUE LATÉRALE ET VUE ARRIÈRE DU « BAKA », BOMBE-SUICIDE JAPONAISE

Les « Baka » employés pour la première fois à Okinawa pour l'attaque de la flotte américaine, ont obtenu des résultats remarquables, bien qu'il ait fallu en moyenne sacrifier dix appareils pour un au but. C'est un petit avion, transporté à grande altitude et grande distance de l'objectif par un bombardier, qui est ensuite accéléré par fusée. L'envergure est de 5 m; la longueur de 6 m. La vue arrière montre les tuyères divergentes des trois fusées de propulsion qui peuvent être actionnées successivement ou simultanément.



bombe-torpille à propulsion par fusée, que nous avions pour notre part préconisée à plusieurs reprises depuis 1936, ait contribué à couler des grands bâtiments au cours de cette guerre. Mais il est certain que des engins de ce type étaient en construction en Allemagne à la fin des hostilités. Ils auraient doté le chasseur-bombardier d'une arme lui permettant d'intervenir à très grande distance contre le grand bâtiment. Aucune protection de navire de surface ne sera complète qui négligerait cette menace.

Les bombes et torpilles télécommandées

La zone d'action du bombardier s'est trouvée beaucoup amplifiée par l'emploi des engins télécommandés, qui apparurent en 1943 dans la « Luftwaffe » et remportèrent de remarquables succès en Méditerranée.

Le premier de ces engins fut la bombe 1400 FX, destinée à l'attaque en vol horizontal, à grande altitude. Les gouvernes en direction et en portée commandées par radio rectifiaient le point de chute dans toute la mesure requise par la manœuvre de déroboement d'un grand bâtiment.

Le deuxième fut la bombe planante Henschel 293 qui étendait l'attaque en semi-piqué jusqu'à une distance où le bombardier n'avait guère à craindre le tir de la D.C.A. L'opération la plus dangereuse devenait le radioguidage par un avion auxiliaire. Mais il lui était loisible de se maintenir, très au delà de la bombe, à une distance où la réaction du bâtiment attaqué n'était guère dangereuse.

Les Alliés ont certainement mis au point plusieurs bombes de ce type. Quelques jours après la capitulation du Japon, le général Arnold annonçait que l'armée américaine possédait depuis plus d'un an des bombes radioguidées et également des bombes volantes avec poste émetteur de télévision qui servait à leur guidage par un observateur situé à 25 km de distance. Il ajoutait que ce progrès s'étendrait

sous peu à des bombardiers sans équipage rentrant à leur base une fois la mission accomplie.

On peut enfin rapprocher de ces engins les divers types d'« avions-suicide » employés par le Japon dans les derniers mois de sa lutte contre la marine américaine. La télécommande était remplacée par une commande directe, le pilote étant sacrifié. On sait que les escadrilles d'avions-suicide, *Kamikazé* et *Baka*, causèrent de très grosses pertes à la marine américaine dans les dernières opérations de débarquement.

Les bombes allemandes, planantes ou non, comme les « Baka » japonais, font appel à la fusée pour leur propulsion. L'utilité d'une augmentation de vitesse en fin de trajectoire subsiste, du point de vue perforation des blindages. Sur la trajectoire même, elle n'est plus réclamée pour la précision ou la justesse d'un lancement constamment rectifié par télécommande ou par action directe sur les gouvernes. Mais elle est indispensable pour que l'arme elle-même échappe au tir de défense de l'objectif ou des avions qui le protègent.

S'il est difficile de présenter comme un progrès les « avions-suicide » japonais, les autres types de bombes, planantes ou non, qui amènent au contact d'un navire de grosses charges d'explosif avec un pourcentage d'atteintes élevé, sont un progrès indiscutable. Le cuirassé dont les superstructures et l'artillerie de défense sont dévastées par de tels engins, comme le porte-avions qui les reçoit sur son pont d'envol et dans ses hangars, est bien mal en point, même si les installations qualifiées de vitales restent intactes sous leurs blindages.

Cependant, quelques réserves doivent être faites sur ce type d'armes. La destruction du navire de ligne par l'avion est un problème dont la solution comporte bien des variantes, mais qui n'ont pas toutes la même élégance. Ecraser un navire de ligne sous une avalanche de bombes de 12 000 ou de 22 000 livres, c'est se servir d'un marteau-pilon pour tuer une mouche. On enlève au spectateur une part du respect qu'il devrait avoir pour l'avion, surtout si l'on est obligé de s'y reprendre à plusieurs fois.

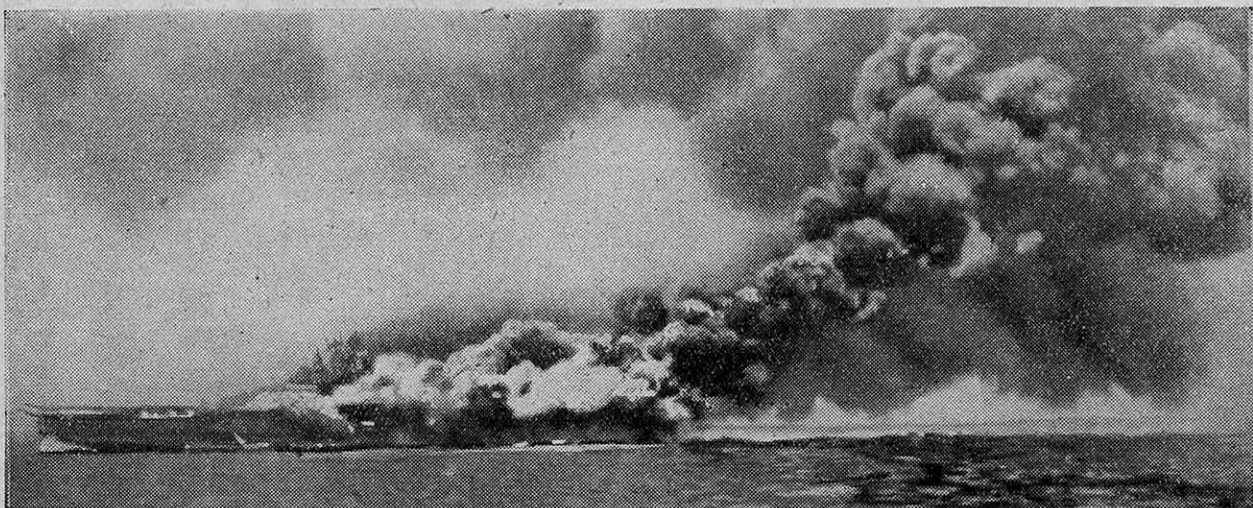


FIG. 6. — UN PORTE-AVIONS AMÉRICAIN INCENDIÉ PAR « BAKA »

Le « Bunker Hill », porte-avions américain, incendié à Okinawa après avoir été atteint par deux « Baka ». Trente-quatre appareils se trouvaient sur le pont au moment de l'attaque.

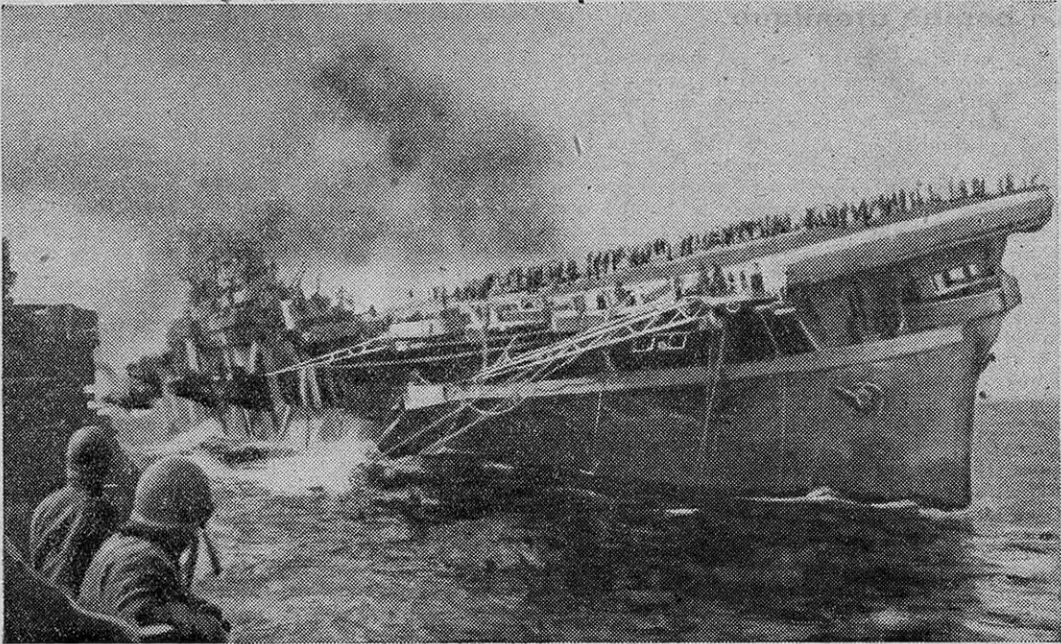


FIG. 7. — LE « FRANKLIN » RENTRANT A BROOKLYN

Le « Franklin », porte-avions américain de 27 000 tonnes de la classe « Essex », fut atteint par deux bombes de 250 kg lancées en piqué. Les dégâts furent augmentés par l'incendie des avions sur le pont et l'explosion des bombes dont ils étaient chargés (22 bombes de 110 kg, 65 bombes de 45 kg). Sur un équipage de près de 3 000 hommes, 832 furent tués, 270 blessés. Le navire put finalement rentrer à Hawaii, puis à Brooklyn.

L'élégance de la solution doit s'accorder avec son économie. Ce déluge de bombes de gros tonnage réclame des effectifs nombreux d'avions lourds dont les pertes restent importantes, même si on les trouve modérées par comparaison avec les navires de fort déplacement à gros effectif que l'on envoie au fond. Encore n'y réussit-on le plus souvent qu'avec une énorme disproportion d'aviation en faveur de l'attaque. La première surprise passée, les avions porteurs de bombes télécommandées de la « Luftwaffe » furent maintenus à distance, et ceux qui s'obstinaient descendus. Les avions-suicide japonais perdaient neuf appareils pour un qui réussissait à s'écraser sur l'objectif.

Les bombes et torpilles à direction automatique

De 1918 à 1939, on ne compte pas les propositions d'engins utilisant l'une des nombreuses émissions d'ondes lumineuses, calorifiques, radioélectriques ou sonores de l'adversaire pour corriger à chaque instant dans sa direction la trajectoire de l'engin envoyé à sa rencontre. Une pièce représentée à Paris en 1945, mais écrite en 1939, a pour sujet l'étude d'une bombe volante attirée à chaque instant dans la direction de l'avion qu'elle poursuit par un récepteur sensible aux vibrations sonores émises par celui-ci. Vers 1935, une revue d'aviation française publiait un brevet de bombe conçue sur le même principe, avec l'emploi de radiations lumineuses.

Il ne semble pas qu'aucun pays se soit décidé avant 1939 à l'effort d'étude réclamé par ces armes, qui mettent cependant en œuvre

des principes parfaitement connus et certainement adaptables à ces applications militaires. C'est seulement après l'échec de la « Blitzkrieg », lorsque l'Allemagne chercha à retarder sa défaite par la mise en train de l'énorme programme d'études auquel on doit les V 1, V 2, ... qu'apparaissent les premières tentatives sérieuses de mise au point de tels engins. Pour ne faire état que d'une réalisation dont il a été parlé à plusieurs reprises, il n'est pas douteux, notamment, que des torpilles marines se dirigeant automatiquement vers cette source de vibrations sonores qu'est un navire aient été construites en Allemagne.

Aucun objectif ne se prête mieux que le grand bâtiment de surface à l'emploi de telles armes. Aucun n'est une source plus puissante d'émissions lumineuses, calorifiques, radioélectriques ou sonores. Comme à l'époque lointaine où, faute de communications rapides, les généraux « marchaient au canon », se doutant qu'on y trouverait l'emploi de leurs troupes, les bombes modernes peuvent être dirigées simplement vers la source sonore la plus puissante; elles y trouveront l'emploi de leur explosif. Mais les humoristes préféreront peut-être les faire commander par le « radar » chargé de leur détection; on a établi de même des mines terrestres parfaitement inoffensives, sauf pour le sapeur chargé de les repérer qui actionnait leur fusée par son champ électromagnétique.

La guerre s'est terminée sans que de tels engins aient pu faire la preuve de leur valeur, en remportant les succès que mérite leur ingéniosité. Il ne faut pas moins les considérer comme une des principales menaces qui seront suspendues sur le navire de demain.

La bombe atomique

La solution élégante de la destruction du navire, c'est l'avion porteur de quelques petites bombes qui ne le gênent en rien dans ses manœuvres de déroboement et ses capacités en combat aérien, et qui les lâchera hors d'atteinte des canons entassés sur l'objectif, en se jouant des forces aériennes massées pour sa protection. Dans quelle mesure la bombe atomique satisfait-elle à ce programme? Cela dépend du point de vue. Sans connaître le détail des destructions exécutées à Hiroshima, on peut admettre que l'arrosage avec bombes à l'uranium d'une base navale suffit à mettre hors de service les navires qui prétendaient jusqu'ici s'y abriter. Dès lors, tout paraît être pour le mieux. On détruit du même coup le navire et l'arsenal qui le construit ou l'entretient.

Cependant, on ne doit pas oublier que la tôlerie, même légère, présente une résistance au souffle incomparablement plus grande que la maçonnerie ou la charpente en bois d'une habitation japonaise. Une bombe atomique peut détruire un arsenal sans couler la flotte mouillée dans les parages, surtout dans un port établi par petits fonds, où le navire ne peut chavirer faute de profondeur. Peut-être faudrait-il en venir, même avec la bombe atomique, à un arrosage coûteux.

Aussi doit-on faire à la bombe atomique, sous cette forme simpliste de l'engin à très grande puissance, une partie des reproches que l'on adressait aux grandes bombes en général. Ce n'est certainement pas une solution élégante du problème de la destruction des flottes que d'être obligé de multiplier des coups dont chacun peut tuer 240 000 hommes pour n'être pas sûr d'en mettre hors de combat 1 500 entassés dans les compartiments étroits d'un navire de ligne.

Que ce soit avec l'uranium ou avec tout autre explosif, la méthode de destruction la plus économique reste la perforation du blindage

par un engin qui introduira à l'intérieur une quantité d'explosif juste suffisante pour la mise hors de combat. La formule s'applique aussi bien au cuirassé qu'au char, et même à l'avion dont quelques grammes d'explosif non atomique viendraient à bout si on les introduisait à l'intérieur des blindages du poste de pilotage, quand on en dépense des kilogrammes contre la charpente sans parvenir à la briser. C'est dans cette voie que l'uranium devrait permettre la destruction des navires les plus puissants avec des bombes ou des projectiles du poids le plus faible.

Dans cette lutte entre l'armement et la protection qui se poursuit depuis que les hommes se battent, l'arme a toujours eu le dernier mot. Si la « Wehrmacht » avait dû attaquer de front les forts de la ligne Maginot, que l'on croyait invulnérables, soyons certains que les mortiers de 615 mm et les canons de 800 mm qu'elle leur destinait en seraient venus à bout, comme ils l'ont fait, deux ans plus tard, des forts de Sébastopol.

Mais ces engins sont terriblement lourds. Le mortier de 615 mm, en huit calibres, pesait 115 tonnes, le canon de 800 mm, en trente-cinq calibres, atteignait, affirme-t-on, les 1250 tonnes. Ce n'est que par comparaison avec de tels monstres que les « Lancaster » de la R.A.F. et leurs bombes de 10 tonnes qui coulèrent le *Tirpitz* peuvent nous paraître légers.

La puissance de l'uranium, plusieurs millions de fois supérieure à celle des explosifs employés jusqu'ici, donne la solution parfaite de l'allègement des projectiles et des armes, du point de vue de l'explosif. Mais si l'on veut en tirer tout ce qu'elle peut donner, il est indispensable de l'associer à des types de projectiles et à des moyens de lancement ou de propulsion plus perfectionnés que le canon ou que la bombe ordinaire. Il serait ridicule d'enfourmer quelques grammes d'uranium dans un corps de projectile ou de bombe pesant plus d'une tonne. L'arme légère réclame le projectile à forte densité à très grande vitesse.

Le plus gros progrès de l'artillerie a certainement été le remplacement de la pierre par un métal trois fois plus lourd. L'équivalent moderne de ce progrès, c'est l'introduction du carbure de tungstène, deux fois plus dense que l'acier, dans les noyaux perforants. C'est avec le carbure de tungstène, lancé par cette arme cependant bien faible qu'est le canon, que la « Wehrmacht » réussissait à percer les cuirasses de chars les plus épaisses sans dépasser le calibre de 20 mm.

Pour franchir la marge qui sépare le blindage du char du blindage de navire de ligne, il faut faire un pas de plus en ayant recours à la

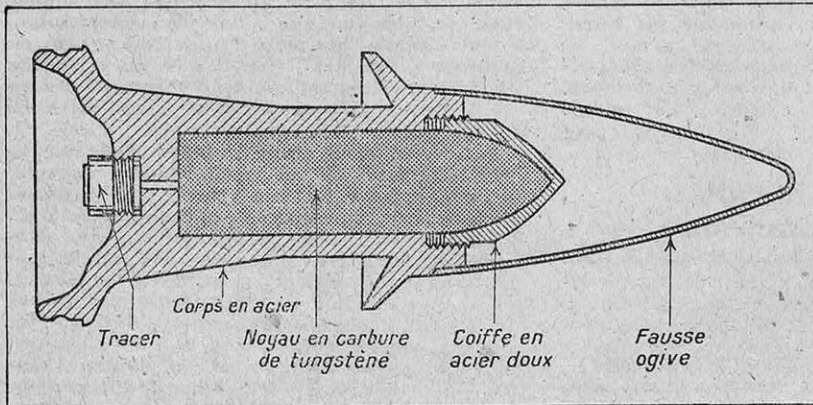


FIG. 8. — PROJECTILE A NOYAU DE TUNGSTÈNE POUR CANON CONIQUE

Ce projectile, utilisé dans le 75/55 Pak 41 allemand, est étudié pour ajouter l'effet perforant du noyau à densité élevée en carbure de tungstène et de la grande vitesse initiale imprimée par le canon conique. Au cours du trajet dans l'air, les deux jupes milieu et arrière portées par le corps de projectile se rabattent, la première dans le logement qui lui est préparé, la deuxième vers l'axe. Le noyau en carbure est « coiffé » à la pointe avec de l'acier doux, comme les projectiles en acier spécial destinés à l'attaque des blindages cimentés. A l'impact, une partie de l'énergie cinétique du corps en acier est transmise au noyau par appui du corps sur le culot du noyau. A la naissance des rayures, le calibre du canon est de 75 mm; à la bouche, de 55 mm. Celui du noyau est de 30 mm. Le noyau pèse un peu moins de 1 kg.

fusée. Seule la fusée peut donner des vitesses de 2 000 à 3 000 m/s qui conviennent à des produits aussi coûteux que l'uranium et le carbure de tungstène et en feront une arme économique.

Si l'homme savait limiter ses désirs, l'entrée de l'uranium dans la pyrotechnie allégerait les budgets militaires. Ce n'est pas avec les matériaux les plus communs que l'on fabrique les armes les moins coûteuses. On objectait déjà son prix élevé à la fonte que l'on proposait d'employer en boulets pour alléger les

pierriers. Quelques années avant la guerre, lorsqu'un constructeur français présenta le premier projectile en carbure de tungstène, ne fut-il pas refusé parce que le ferro-tungstène à 60 % de métal rare coûtait près de 35 francs le kilogramme? En tenant compte des frais de fabrication du projectile, du coût de la poudre et de l'arme, le carbure de tungstène n'en reste pas moins plus économique que l'acier ou la fonte, eux-mêmes plus économiques que la pierre, lorsqu'on veut perforer une cuirasse d'épaisseur donnée. Ce qui infirme la conclusion en pratique, c'est que l'épaisseur ne reste pas donnée. Lorsqu'on aura percé les cuirasses actuelles avec des projectiles de l'ordre du kilogramme, contenant suffisamment d'uranium pour détruire les plus puissants des matériels qu'elles abritent, on n'aura pas de cesse qu'on n'ait doublé l'épaisseur de cuirasse et multiplié par huit les poids des projectiles qu'il faudra pour les traverser.

Les marines se retrouvent en 1945 avec des grands bâtiments qui ne diffèrent pas tellement

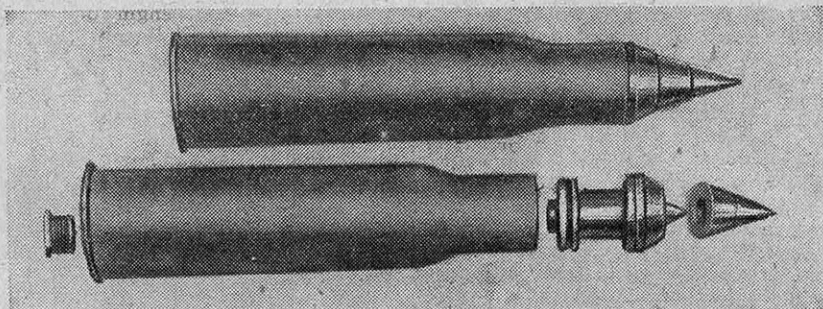


FIG. 9. — CARTOUCHE PERFORANTE DE 55 MM

Cette munition qui est utilisée dans le canon allemand court de 50 mm pour chars présente une série de caractéristiques curieuses. L'ogive, conique, est en matière plastique. Le noyau perforant est un carbure de tungstène. La ceinture d'entraînement est à l'avant. Le « bourrelet » du projectile ordinaire est transporté à l'arrière sous forme d'une ceinture de guidage. La résistance aérodynamique n'est pas si défavorable qu'elle paraît; les creux dans la partie cylindrique n'ont, en effet, pas grande importance quant à la résistance; ce sont les saillants qui l'augmentent. On peut donner ce projectile comme exemple des changements illimités qu'on peut apporter au projectile classique en améliorant ses qualités; la seule règle est de ne pas respecter les dispositions traditionnelles.

de leurs prédécesseurs de 1918. L'armement principal des navires de ligne et des porte-avions, ou des bâtiments qui devaient être transformés à cet usage, n'a guère changé; leur vitesse pas davantage. Ce n'est pas quelques centimètres d'acier en plus sur les ponts, ni la multiplication des pièces de défense contre avions qui peuvent modifier la situation respective du navire et de son adversaire, au moment où la portée et la puissance de perforation des armes aériennes deviendront surabondantes.

L'avenir des flottes de guerre

Les marines ont pu conserver pendant vingt ans leurs grands bâtiments à peu près inchangés, parce qu'elles ont su détourner l'attention du public vers des problèmes techniques qui n'étaient qu'un aspect, souvent le moins important, des questions aéronavales. Réussirait-on à monter sur un cuirassé des ponts que ne perforerait pas la bombe de 500 kg lancée en vol horizontal à 3 000 m? Une fois la discussion

aiguillée dans cette voie on ne s'apercevait pas que ces chiffres n'avaient guère de signification. La bombe pouvait aussi bien être lancée en piqué qu'en vol horizontal. Son poids n'était pas limité à 500 kg; on en a fait de 10 tonnes. Pourquoi l'altitude de lancement de 3 000 m et pas de 8 000 m? Quel était l'effet des bombes qui tombaient en dehors des ponts blindés, qui ne régnaient que sur moitié de la longueur? Et de celles qui tombaient à côté? On se gardait bien de dire que l'auteur du programme avait

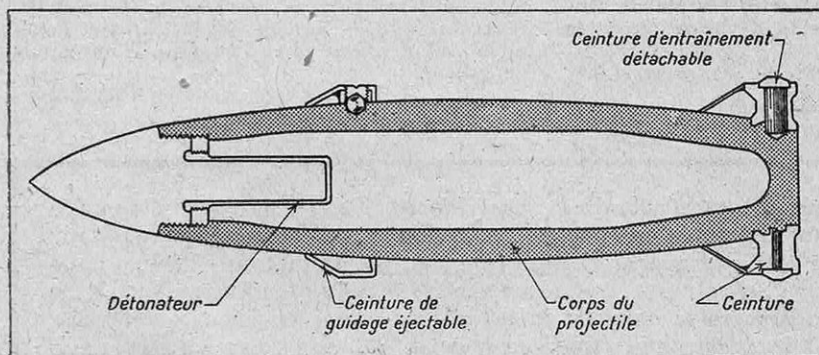


FIG. 10. — PROJECTILE SOUS-CALIBRÉ DE 105 MM

Le projectile explosif représenté, destiné à l'obusier allemand de 105 mm, est sous-calibré en 88 mm. Il comporte un culot éjectable, composé d'éléments démontables appuyés les uns contre les autres, et contre le culot, par la pression des gaz, tenus par la ceinture d'entraînement, et libérés par la rupture de cette ceinture à la bouche sous l'effet de la force centrifuge. A l'avant, à l'emplacement habituel, se trouve une ceinture éjectable de guidage.

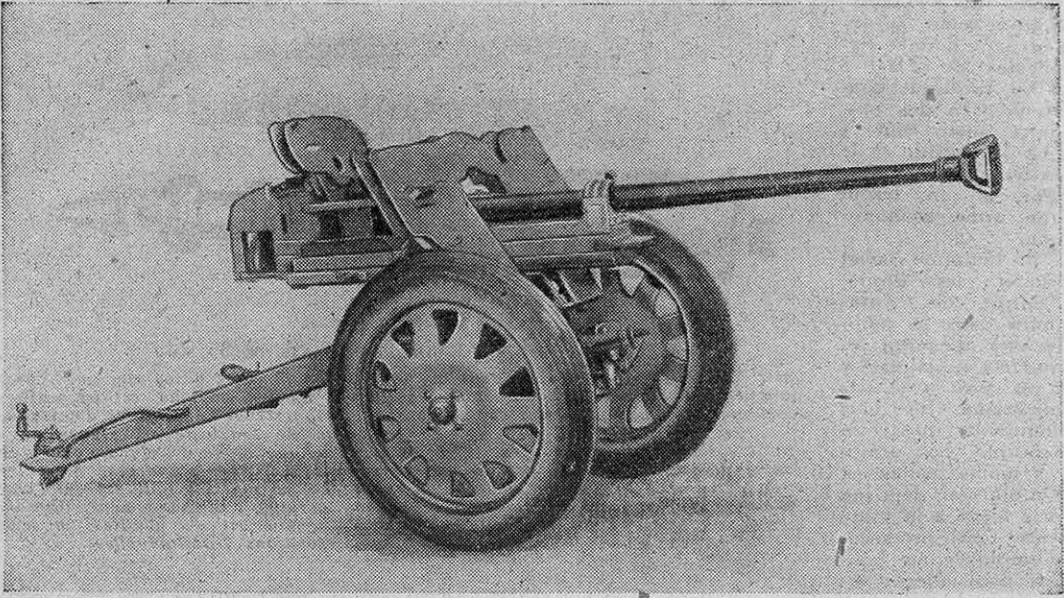


FIG. 11. — CANON ANTICHARS ALLEMAND DE 28/20 MM

Ce canon, à tube conique Gerlich de 28 mm à l'origine des rayures et 20 mm à la bouche, tire à 1 400 m/s environ. Il pèse 223 kg et perforé, à la bouche, environ 90 mm de cuirasse. On notera à la fois l'extrême puissance et l'extrême légèreté d'affût que permet la combinaison du tube conique, du noyau en carbure de tungstène et du frein de bouche (1), par comparaison avec un matériel ordinaire de calibre comparable, tel que le canon Hotchkiss de 25 mm de l'armée française. Le matériel allemand de 28/20 mm est entré en service en Libye, en 1941.

commencé par prendre conseil de ses techniciens sur l'épaisseur de ponts qu'on pouvait exiger d'un navire de 26 500 ou de 35 000 tonnes, et ne leur posait ensuite que des problèmes qu'il était certain de leur voir résoudre avec les ressources du moment.

Les discussions techniques aéronavales ne se laisseront plus circonscrire de la sorte. Lancé dans la perforation des blindages et du béton, l'aviateur s'est trouvé confronté avec des problèmes au moins aussi difficiles à terre qu'à la mer. La plaque d'embrasure des derniers canons d'assaut n'est pas tellement moins épaisse que la ceinture d'un cuirassé. Et pour être sûr de l'atteindre, il est préférable de lancer contre le char un engin à vitesse moyenne

si élevée que la vitesse restante est surabondante pour la perforation.

Familiarisé avec des problèmes dont le cinéma lui présente tous les jours les aspects essentiels, le public ne s'en rapportera plus à l'affirmation du spécialiste intéressé. Parce que leurs prédécesseurs auront trop longtemps résisté à une évolution indispensable, ceux qui auront à définir le matériel naval qu'il faudra construire ou entretenir vont se trouver demain en présence d'une tâche bien difficile. Les bombes du général Arnold, avec leur propulsion, leur sustentation, leur télévision, leur tungstène et leur uranium, ne laisseront pas aux millions de tonnes des escadres de l'amiral Nimitz les longues années d'une carrière honorable qu'on a coutume d'attendre d'un navire de guerre.

Camille ROUGERON.

(1) Voir : « Le frein de bouche » (*Science et Vie*, n° 326, novembre 1944).


Les usines américaines d'aviation, *Consolidated Vultee Aircraft Corp.* de San Diego (Californie) ont en projet un avion gros porteur hexamoteur capable d'emporter 204 passagers. Il doit être équipé de moteurs développant 5 000 ch au décollage, entraînant chacun deux hélices coaxiales tournant en sens contraires, placées derrière le bord de fuite de l'aile. Son envergure atteindra 70 m, sa longueur 55 m, son poids total en charge 143 tonnes, sa vitesse maximum 600 km/h, son rayon d'action 6 700 km. Pour les essais en soufflerie, on a construit une maquette en contreplaqué à l'échelle de 1/26 (2 m 70 d'envergure), présentant plus de 100 trous pour la mesure des pressions locales, et qui a coûté quelque 10 000 dollars.

ÉCLIPSES DE SOLEIL ÉCLIPSES DE LUNE

par J. GAUZIT

Astronome à l'Observatoire de Lyon

Les éclipses ont de tout temps semblé à l'homme des phénomènes extraordinaires, voire même redoutables et, depuis l'antiquité la plus reculée, on s'est efforcé d'en prédire le retour. L'astronomie moderne a depuis longtemps expliqué le mécanisme des éclipses et les prévoit avec une grande précision, mais elle n'a pas pour cela épuisé leur intérêt scientifique. L'observation des éclipses de Lune (la prochaine éclipse de Lune, visible en France, aura lieu dans la nuit du 18 au 19 décembre 1945) nous renseigne sur les propriétés de notre atmosphère terrestre, grâce à la lumière réfractée reçue par l'astre éclipsé. L'observation beaucoup plus rare et plus difficile des éclipses totales de Soleil (une éclipse de Soleil, partielle pour la France, a eu lieu le 9 juillet 1945) permet d'étudier la composition, l'état physique et l'évolution de l'atmosphère (chromosphère, protubérances et couronne) qui entoure le Soleil. Comme cet astre est la seule étoile qu'il nous soit donné d'observer autrement que sous la forme d'un point lumineux, les renseignements ainsi recueillis servent à vérifier un grand nombre d'hypothèses de l'astrophysique moderne et leur intérêt justifie l'organisation de véritables expéditions dans les régions parfois désertiques où le phénomène est visible pendant quelques minutes.

 N dit qu'il y a une éclipse quand un astre disparaît à la vue d'un observateur ou, du moins, se trouve assombri. Les éclipses se divisent naturellement en deux classes, suivant que l'astre est lumineux par lui-même ou non. Un astre lumineux par lui-même est éclipsé quand un autre corps se place entre lui et nous; ainsi, quand la Lune nous cache le Soleil, il y a éclipse de Soleil; lorsqu'elle cache une étoile, c'est une « occultation » d'étoile. Quant aux astres non lumineux par eux-mêmes, ils disparaissent quand ils ne sont pas éclairés, ce qui arrive pour la Lune lorsqu'elle entre dans le cône d'ombre de la Terre, ou, pour les satellites de Jupiter, quand ils arrivent dans le cône d'ombre de cette planète. Nous étudierons seulement, ici, les éclipses de Lune et de Soleil.

Les éclipses de Lune

Quelles sont les conditions qui doivent se trouver remplies pour que se produise une éclipse de Lune?

Pour que la Lune ne soit plus éclairée par le Soleil, il faut que les deux astres soient en ligne droite avec la Terre, en opposition par rapport à celle-ci. L'hémisphère éclairé de la Lune est alors complètement tourné vers la Terre; l'éclipse a donc lieu au moment de la pleine Lune, et elle est visible de tous les points de la Terre plongés dans la nuit.

La comparaison des distances respectives de la Terre, de la Lune et du Soleil, ainsi que des diamètres de ces trois astres, permet de calculer la largeur du cône d'ombre porté par la

Terre quand il rencontre la Lune. Cette largeur est les trois quarts du diamètre de la Terre. Comme le diamètre de la Lune est les trois onzièmes environ du diamètre terrestre, la Lune peut donc se placer tout entière dans le cône d'ombre, et l'éclipse est alors totale (fig. 1).

Encore faut-il, pour cela, que la Lune pénètre dans ce cône d'ombre et que, par conséquent, elle se trouve dans le plan ou au moins suffisamment voisine du plan que balaie l'axe de ce cône d'ombre, c'est-à-dire du plan de l'écliptique (le mot écliptique signifie lieu où se produisent les éclipses).

Or, le plan de l'orbite de la Lune fait un angle de $5^{\circ} 8'$ environ avec le plan de l'écliptique. Il n'y aura donc pas éclipse de Lune à chaque lunaison, mais seulement lorsque la Lune sera très voisine du plan de l'écliptique. Si le centre de la Lune coïncide avec le centre de l'ombre, l'éclipse est totale et elle dure 1 h 40 mn. Sinon l'éclipse est plus courte, et si la Lune ne pénètre qu'en partie dans le cône d'ombre, elle est partielle.

La prochaine éclipse de Lune se produira le 19 décembre 1945. La Lune entrera dans la pénombre dans la nuit du 18 au 19 décembre, à 23 h 38,4 mn (il s'agit du temps moyen civil de Greenwich, ou temps universel, à corriger pour tenir compte du décalage entre ce temps et celui des horloges publiques), soit 3 minutes environ avant l'instant de son passage au méridien de Paris; elle atteindra l'ombre à 0 h 37,5 mn, l'éclipse totale commencera à 1 h 40,4 mn et finira à 3 h 02 mn; enfin, les sorties de l'ombre et de la pénombre

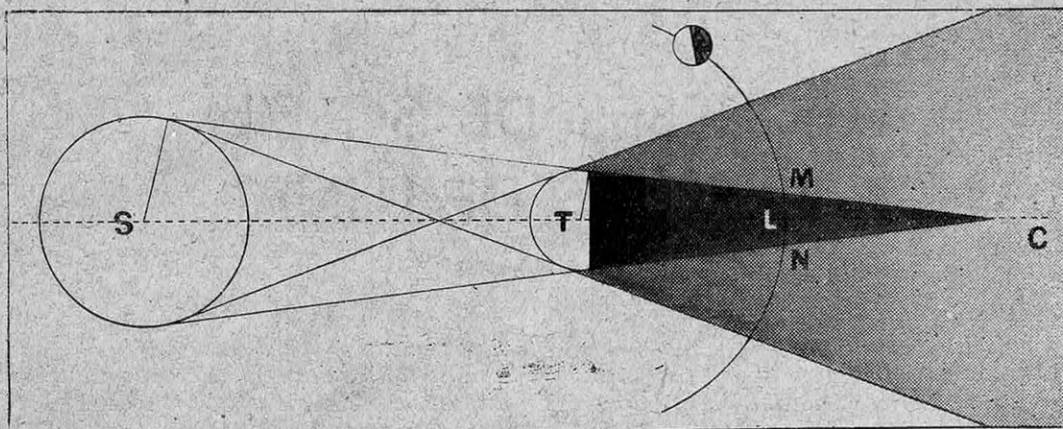


FIG. 1. — SCHÉMA DU MÉCANISME DES ÉCLIPSES DE LUNE

L'éclipse de Lune se réalise au moment où la Lune vient à passer à travers le cône d'ombre produit par la Terre. S, Soleil; T, Terre; L, passage de la Lune dans le cône d'ombre MN.

auront lieu à 4 h 3,1 mn et 5 h 2,2 mn. L'entrée dans la pénombre est imperceptible, sans mesures spéciales; la Lune s'assombrit progressivement. Quant au bord même de l'ombre, au moment où il atteint la Lune, il paraît à peu près noir, par contraste avec le reste du disque éclairé. L'ombre s'étend et son bord paraît étroit à l'œil nu, mais l'observation avec une petite lunette le montre mal défini et, avec une lunette à fort grossissement, il devient indiscernable, si bien qu'il est impossible de déterminer, avec une erreur inférieure à une demi-minute environ, l'instant où le bord de l'ombre atteint un point de la Lune.

L'influence de l'atmosphère terrestre

Ceci se comprend aisément : le bord de l'ombre n'est pas net, parce que le corps qui

porte ombre n'est pas limité par la croûte terrestre elle-même, mais c'est la Terre enveloppée dans son atmosphère, avec les nuages et la « vase atmosphérique », variables d'un point à un autre. Il y a plus. Même si l'on considère les rayons solaires réellement tangents à la Terre, ceux-ci ne se propagent pas en ligne droite, à cause de l'atmosphère terrestre; la réfraction par cette atmosphère réduit considérablement la longueur du cône d'ombre, à tel point que le cône d'ombre totale n'atteint pas la Lune (fig. 2); celle-ci reste toujours éclairée par les rayons réfractés. La réfraction donne même parfois l'occasion de voir à la fois, au-dessus de l'horizon, le Soleil et la Lune éclip­sée, ce qui ne saurait arriver géométriquement, puisque les deux astres et la Terre sont en ligne droite; si l'on se rappelle que la réfraction à l'horizon est suffisante pour soulever entièrement en apparence les globes du Soleil

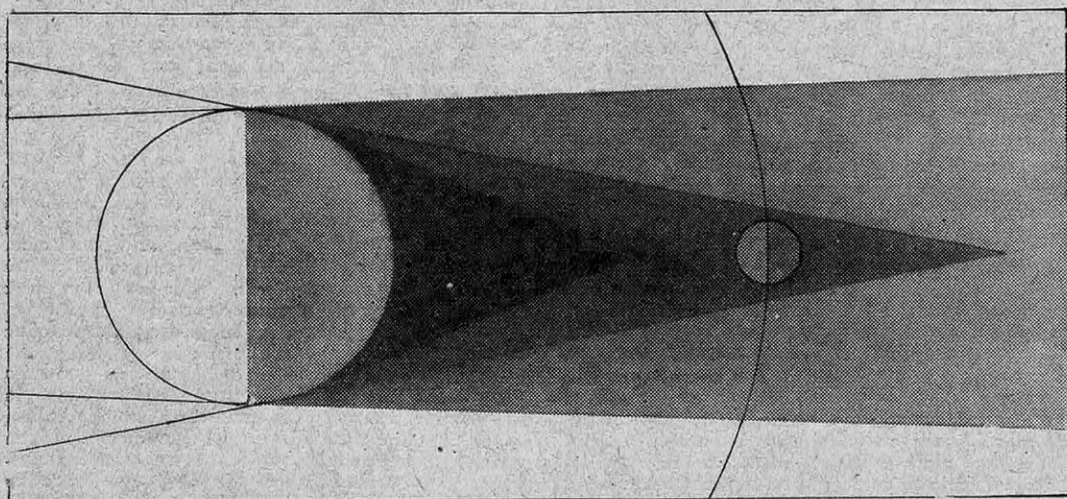


FIG. 2. — L'INFLUENCE DE LA RÉFRACTION DUE A L'ATMOSPHÈRE TERRESTRE SUR LE ÉCLIPSES DE LUNE. En raison de la réfraction de la lumière solaire par l'atmosphère terrestre, la longueur du cône d'ombre totale, qui géométriquement devrait être de 217 rayons terrestres, est réduite à 42 rayons environ. La Lune, située à 60 rayons terrestres, reste toujours éclairée par les rayons réfractés.

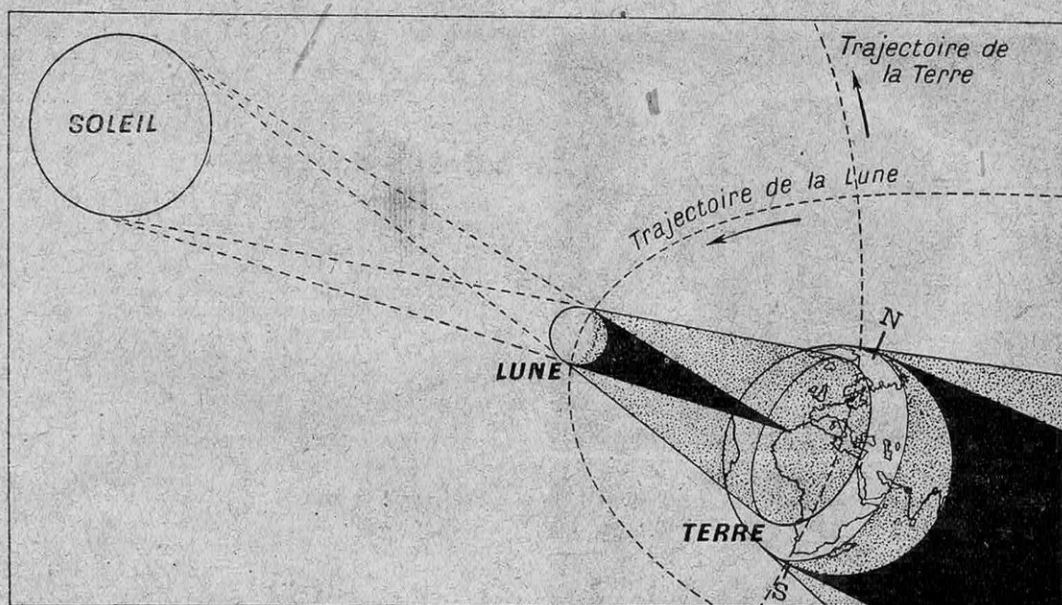


FIG. 3. — SCHEMA DU MECANISME DES ÉCLIPSES DE SOLEIL.

Une éclipse de Soleil se produit lorsque la Lune se place entre lui et nous. Comme la Lune se déplace de l'ouest vers l'est, il en est de même du cône d'ombre.

ou de la Lune, le phénomène cesse d'être surprenant. Comme les rayons solaires ont traversé une grande épaisseur d'air (le double de la masse d'air à l'horizon), qui absorbe surtout les radiations bleues, la couleur de la Lune éclip­sée est toujours fortement rougeâtre. En fait, on a remarqué, dès l'antiquité, que la Lune est très inégalement éclairée pendant les éclipses. Tantôt elle est très sombre et l'on voit à peine son disque sur le fond du ciel; tantôt elle est très claire, et l'on distingue facilement les détails de sa topographie. Ces changements sont évidemment dus aux variations de l'absorption atmosphérique. Une étude statistique a conduit en 1920 M. Danjon, actuellement directeur de l'Observatoire de Paris, à l'idée que la clarté des éclipses de Lune serait en relation avec l'activité solaire : il y aurait une diminution brusque et importante de luminosité après un minimum d'activité solaire. Mais, sur ce point, une difficulté vient de l'incertitude des

appréciations; les anciens observateurs se contentaient d'apprécier à l'œil la clarté et la couleur de la Lune. On fait maintenant de véritables mesures photométriques. On étudie aussi en détail le spectre de la Lune éclip­sée, car il est évident que les bandes « telluriques », c'est-à-dire les bandes d'absorption sélective produites par l'atmosphère terrestre, comme celles de l'oxygène, de l'ozone, de la vapeur d'eau, doivent être particulièrement renforcées. Des mesures récentes ont notamment montré que ces observations pourront certainement nous apporter des précisions au sujet de l'ozone atmosphérique (1).

Dans l'observation des éclipses de Lune, c'est surtout à ces mesures photométriques et spectroscopiques que s'appliquent les astronomes, et non plus, comme on avait tenté de le faire

(1) Voir à ce sujet : « L'ozone atmosphérique, gaz indispensable au maintien de la vie sur la Terre » (*Science et Vie*, n° 310, juin 1943).

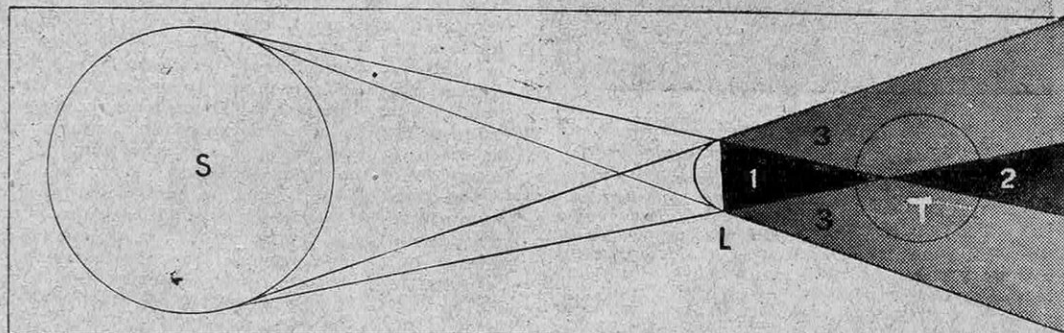


FIG. 4. — A QUELLES CONDITIONS LES ÉCLIPSES DE SOLEIL SONT-ELLES TOTALES ?

Pour un point de la Terre qui vient dans le cône d'ombre totale, il y a éclipse totale de Soleil (région 1). Dans le prolongement du cône d'ombre (région 2), un observateur voit une couronne autour du Soleil : c'est l'éclipse annulaire. Enfin, dans la région (3), le Soleil est vu sous la forme d'un croissant, c'est l'éclipse partielle. S, Soleil; L, Lune; T, Terre.

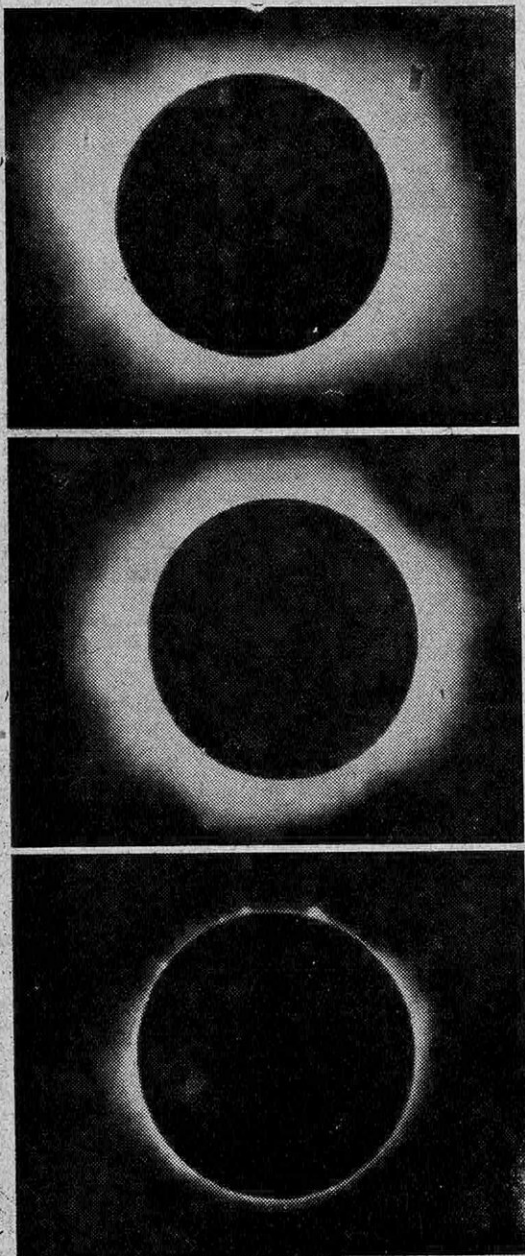


FIG. 5. — PHOTOGRAPHIES DE LA COURONNE SOLAIRE PRISES AU COURS D'ÉCLIPSES DE SOLEIL

La photographie du haut a été prise lors de l'éclipse de 1900. Elle correspond à une période de minimum de l'activité solaire; la couronne est très large et brillante, aussi bien dans la région équatoriale que dans les régions polaires. Au centre, photographie prise lors de l'éclipse de 1927, au moment du maximum d'activité solaire. La couronne s'étend presque uniformément dans toutes les directions en se rapprochant toutefois de la forme d'un quadrilatère. En bas, photographie de la même couronne prise avec un temps de pose beaucoup plus court. Seule la chromosphère et les protubérances sont visibles. A l'œil nu ou en employant pour la photographie des temps de pose beaucoup plus longs que pour les photographies ci-dessus, il n'est pas rare que la couronne ait un diamètre double de celui du Soleil.

autrefois, à une détermination de l'heure des contacts, qui, nous l'avons dit, ne peut pas être précisée. Au total, les éclipses de Lune présentent un intérêt beaucoup plus faible que les éclipses de Soleil.

Eclipses de Soleil

Les éclipses de Soleil se produisent au moment de la conjonction de la Lune avec le Soleil (fig. 3), donc à la nouvelle Lune, quand la Lune est au voisinage de l'écliptique.

Pour étudier la possibilité des éclipses de Soleil, nous pourrions raisonner d'une manière analogue à celle qui nous a servi pour les éclipses de Lune. Il est plus simple de comparer les diamètres apparents moyens du Soleil et de la Lune; le diamètre apparent moyen du Soleil, c'est-à-dire la valeur moyenne de l'angle sous lequel on voit le Soleil à partir d'un point de la Terre, est $31' 59''$, 26, tandis que le diamètre apparent moyen de la Lune est $31' 4''$, 54, donc plus petit. Avec ces valeurs moyennes ou, en d'autres termes, si les orbites de la Terre autour du Soleil et de la Lune autour de la Terre étaient circulaires, une éclipse totale ne pourrait donc pas se produire. Mais ces deux valeurs sont des moyennes, puisque les orbites de la Terre et de la Lune sont elliptiques et que, par conséquent, les diamètres apparents du Soleil et de la Lune sont variables. Si, au moment de la conjonction, le diamètre apparent du Soleil est près de son minimum et celui de la Lune près de son maximum, la Lune peut alors cacher entièrement le disque solaire. Mais même alors la différence des deux extrémités est si faible que si l'astre lui-même disparaît, on continue à voir l'atmosphère qui l'entoure, et c'est ce hasard extraordinaire qui, comme nous verrons plus loin, donne tout leur intérêt aux éclipses totales de Soleil.

Représentons les cônes d'ombres et de pénombre de la Lune (fig. 4). La Lune n'a pas d'atmosphère et il ne se produit pas, cette fois, des complications par réfraction. Pour un point de la Terre situé dans la région 1, on aura une éclipse totale; pour la région 2, elle est annulaire; enfin, dans la région 3, on n'a qu'une éclipse partielle. On comprend, d'après les nombres donnés ci-dessus, que la Terre ne pénètre jamais tout entière dans la région 1. Le calcul montre que, dans les circonstances les plus favorables, le cône d'ombre l découpe, s'il frappe normalement la Terre, une bande dont la largeur est de 270 kilomètres. (S'il la frappe obliquement, on peut avoir une bande plus large.) La tache d'ombre se déplace sur le globe de l'ouest vers l'est, avec une vitesse qui est de 1 700 km/h au voisinage de l'équateur et peut dépasser 8 000 km/h aux points où l'ombre tombe très obliquement, comme cela se réalise quand l'éclipse a lieu au moment du lever ou du coucher du Soleil.

On calcule que, dans les conditions les plus favorables, la phase de la totalité dure 7 mn 40 s pour une éclipse totale de Soleil observée en un lieu voisin de l'équateur; pour une latitude de 45° , cette durée peut atteindre 6 mn 30 s. Le diamètre apparent de la Lune ne peut dépasser celui du Soleil que de $2' 38''$, au maximum, ce que l'on peut encore exprimer en disant que la grandeur de l'éclipse, mesurée par le rapport du diamètre apparent de la Lune à celui du Soleil, atteint au plus 1,045. En général, les circonstances sont moins favorables; les éclipses dont la durée atteint

7 minutes sont exceptionnelles. Le cas s'est trouvé réalisé en 1937, le 8 juin, mais, malheureusement, la bande d'ombre était située presque tout entière dans l'océan Pacifique, c'est-à-dire dans une région où la majorité des observations scientifiques eussent été impossibles. Quant à la récente éclipse du 9 juillet 1945, que nous avons vue en France comme éclipse partielle (1), elle n'a eu qu'une grandeur maximum de 1,009 et la phase totale n'a duré que 1 minute 6 secondes.

Un spectacle de "fin du monde"

Une éclipse partielle, telle que nous avons pu l'observer le 9 juillet dernier, n'a rien de très remarquable. Au contraire, une éclipse totale est, par beau temps, un des phénomènes les plus impressionnants et les plus admirables que l'on puisse voir. Aussi ne devons-nous pas être surpris si, depuis l'antiquité la plus ancienne, les éclipses totales de Soleil ont frappé les imaginations; comme les comètes et les météores, elles effrayaient, en règle générale, les populations, qui y voyaient un présage funeste. Il n'est pas besoin de remonter loin dans l'histoire pour retrouver des scènes d'effolement collectif pendant des éclipses, puisqu'elles se sont produites, il y a trois siècles à peine, en 1654, à Paris, sous Louis XIV. Comme conséquence logique de cet état d'esprit, on a pris soin de signaler les éclipses totales depuis les temps les plus reculés. Nous tirons encore profit de ces indications; elles servent, notamment, pour la détermination ou la vérification des dates et, d'autre part, elles nous permettent de connaître avec une grande précision les positions relatives du Soleil, de la Terre et de la Lune; ainsi on s'est servi, pour la théorie de la Lune, des éclipses observées à Babylone, il y a vingt siècles, et rapportées dans l'*Almageste*.

Que voit-on au moment des éclipses? Quand un faible croissant solaire est encore visible, une observation curieuse est celle des images en croissant, qui se projettent sur le sol et les murs; ce sont des « images de chambre noire » du Soleil, données par tous les faisceaux limités par de petites ouvertures; elles sont nombreuses au voisinage d'un arbre en feuilles. L'arrivée du cône d'ombre totale, précédée des « ombres volantes », donne l'illusion qu'un immense ouragan s'approche brusquement; si le ciel est très clair, par exemple en montagne, le cône d'ombre se détache dans l'air, comme une colonne sombre. Pendant la totalité, le spectacle est merveilleux; tandis que le ciel s'assombrit au point que les planètes et les étoiles de magnitude 1 ou 2 deviennent visibles à l'œil nu, le Soleil éclipsé semble entouré d'un mince anneau rose, brillant, la *chromosphère*, au-dessus duquel se détachent parfois de grandes flammes roses, les *protubérances*, et enfin d'une immense luminosité blanche, plus pâle, la *couronne*. C'est l'atmosphère solaire qui forme la chromosphère; elle a une épaisseur apparente de 10" à 15", qui correspond à une hauteur de 7 000 à 10 000 km. Les protubérances dessinent des pointes qui s'élargissent et s'élèvent parfois jusqu'à une hauteur égale au rayon du Soleil. Enfin, la couronne est l'enveloppe extérieure du Soleil; son état diminue rapidement à partir du Soleil; on y distingue des jets ou des banderoles, qui donnent l'aspect d'une

sorte de gloire. La forme de la couronne change d'une éclipse à l'autre et l'on a reconnu que ces changements sont en relation très nette avec les variations des taches solaires (fig. 5). Au total, la couronne et la chromosphère nous envoient moins de lumière que la pleine Lune.

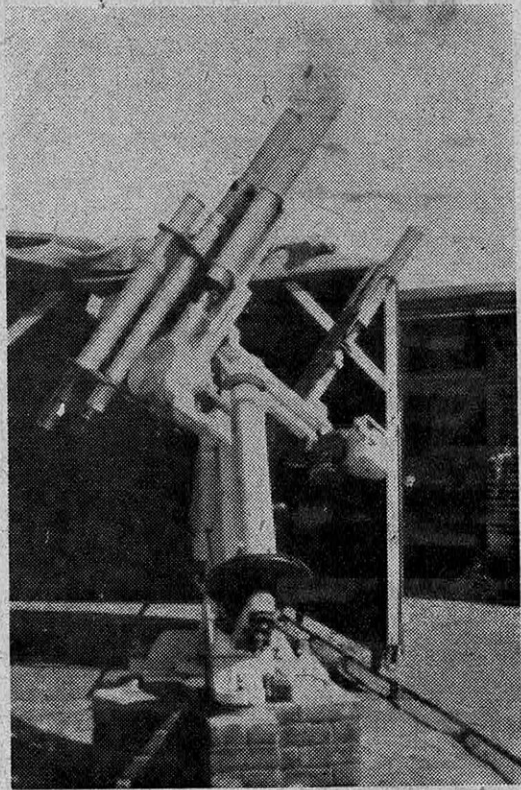


FIG. 6. — APPAREILS D'OBSERVATION DE L'ÉCLIPSE DU 19 JUIN 1936 A KUSTANAI (U.R.S.S.)

Il s'agit ici des spectrographes destinés à l'analyse de la lumière émise par la chromosphère et la couronne. Presque toutes les observations scientifiques effectuées pendant les éclipses totales exigent la réalisation d'une image fixe du Soleil. Pour cela, on les monte sur une monture équatoriale, ou on emploie des dispositifs à miroir (héliostats, coelostats). Les spectrographes sont ici solidaires d'une lunette guide portée par une monture équatoriale reposant sur un pilier de briques. Le mauvais temps au moment de l'éclipse a malheureusement empêché toute observation scientifique intéressante à Kustanai.

Ce que nous apprennent les éclipses totales de Soleil

Jusque vers 1840, les astronomes n'avaient pas compris l'importance de la couronne, des protubérances et de la chromosphère solaires; ils se demandaient même s'il ne fallait pas les attribuer à une illusion d'optique ou une sorte de halo produit par l'atmosphère terrestre. Leurs observations portaient essentiellement sur les instants des contacts. Depuis un siècle environ, toutes les éclipses totales susceptibles d'être observées dans de bonnes conditions ont été mises à profit pour les études physiques que nous allons décrire. De nos jours, il est vrai, on a réussi à mettre au point des méthodes

(1) Voir : « L'éclipse de Soleil du 9 juillet 1945 » (*Science et Vie*, n° 333, juin 1945).

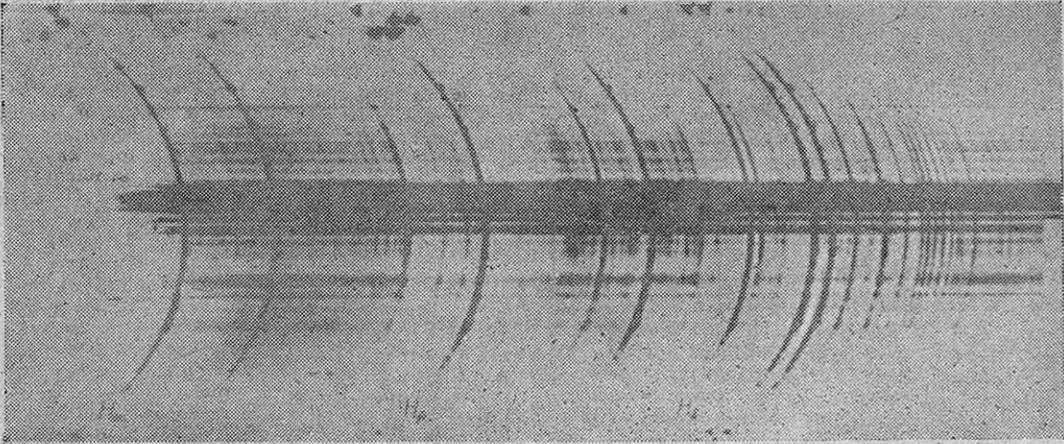


FIG. 7. — PHOTOGRAPHIE DU SPECTRE-ÉCLAIR DE LA CHROMOSPHÈRE OBTENUE PAR LES ASTRONOMES RUSSES DE L'OBSERVATOIRE DE POULKOVO (19 JUIN 1936)

Cette photographie a été réalisée simplement en photographiant le bord du Soleil, au moment précis où il allait disparaître, à travers un prisme dispersif. On obtient ainsi sur la plaque une série d'images monochromatiques correspondant aux diverses raies d'émission, les raies les plus intenses donnant de grands arcs de cercle. Aux extrémités des arcs, il est possible de distinguer les images monochromatiques des protubérances. On remarquera que, tandis que les astronomes français, installés à Kustanai en même temps qu'une expédition russe et une américaine, n'ont pas réussi à observer l'éclipse, la mission russe de Poulkovo établie à Ak-Bulak, près d'Orenbourg (U.R.S.S.), a joui d'un temps favorable. Pour observer cette éclipse, dont l'ombre traversait l'U.R.S.S. depuis la mer Noire jusqu'au Japon, il y avait 28 expéditions russes (17 astronomiques et 11 géophysiques) et 12 expéditions venues des pays étrangers.

qui permettent d'observer et d'étudier la chromosphère, les protubérances et même la couronne en dehors des éclipses (1). Les astronomes français ont apporté une très importante contribution à ces belles découvertes (MM. Janssen et Deslandres pour l'observation de la chromosphère, M. Lyot pour celle de la couronne). Mais, malgré l'extrême ingéniosité de ces recherches, il est certain que l'intense lumière solaire directe gêne beaucoup d'observations. Aussi les éclipses totales du Soleil sont-elles très importantes pour les astronomes professionnels. Ils préparent méticuleusement dans les laboratoires leurs appareils, plusieurs mois à l'avance. Ils traversent souvent des milliers de kilomètres pour venir en un lieu favorable : par exemple l'astronome américain S. M. Mitchell déclare qu'il a parcouru 100 000 kilomètres pour être témoin de sept éclipses, qui lui ont donné l'occasion de travailler, au total, pendant quinze minutes. Enfin, ils installent leurs appareils photographiques, leurs spectrographes, etc., quelques semaines à l'avance au poste choisi (fig. 6), les règlent et s'habituent à faire exactement, à la seconde près, tous les gestes qu'ils auront à accomplir pendant les courtes minutes de la totalité. Pas de geste maladroit, pas d'erreur. Sinon tout est manqué. Malheureusement, c'est parfois le mauvais temps qui, malgré les prévisions, vient troubler ou empêcher complètement les observations. Un nuage sur le Soleil suffit pour réduire à zéro tous les efforts d'une coûteuse et vénérable expédition. Aussi les expéditions d'éclipses sont-elles parfois bien décevantes.

Quels sont les travaux des astronomes pendant une éclipse totale? Nous allons nous contenter d'en donner ici une simple énumération :

1° La photographie, notamment en couleurs, des diverses phases de l'éclipse;

(1) Voir : Pourquoi l'éclipse totale du Soleil du 19 juin 1936 nous intéresse » (*Science et Vie*, n° 228, juin 1936).

2° La photographie du ciel au voisinage du Soleil. Les astronomes ont primitivement cherché, pour expliquer certaines anomalies du mouvement de la planète Mercure, à découvrir ainsi quelques planètes plus voisines du Soleil que Mercure; il semble définitivement établi qu'elles n'existent pas. Plus récemment, les observations ont eu pour but de mesurer la déviation des rayons lumineux au voisinage du Soleil, prévue par la théorie de la relativité.

3° L'étude spectroscopique de la chromosphère et des protubérances; tandis que le spectre ordinaire du Soleil est formé d'un fond continu intense traversé de nombreuses raies d'absorption, les raies de Fraunhofer, la chromosphère donne un spectre continu faible sur lequel se détachent des raies d'émission qui permettent d'étudier sa composition; à ce spectre, qui n'est visible que pendant une ou deux secondes au commencement ou à la fin de l'éclipse totale, on a donné le nom de spectre-éclair (fig. 7).

4° L'étude du spectre de la couronne, très différente du spectre donné habituellement par les éléments connus, a révélé que cette couronne est composée d'une matière dans un état qu'il n'est pas possible de reproduire dans nos laboratoires : celui d'un gaz d'électrons extrêmement raréfié.

5° Les mesures photométriques de l'intensité de la couronne (intensité totale, variation de la brillance avec la distance au bord solaire) suivant les divers rayons du disque solaire.

6° Les mesures du degré de polarisation de la lumière coronale.

7° L'étude de l'influence de l'éclipse sur certains phénomènes terrestres, tels que le magnétisme terrestre et l'existence dans les hautes couches de l'atmosphère d'une couche réfléchissante pour les ondes hertziennes (ionosphère), dont l'origine est encore mal connue.

Toutes ces recherches ont une importance

primordiale en astrophysique, car elles nous permettent de savoir quelles sont les conditions physiques régnant dans l'atmosphère solaire. Peu à peu, nous parvenons, en profitant notamment des résultats obtenus par les éclipses, à une connaissance détaillée. Or, le Soleil est la seule étoile dont nous n'ayons pas une image ponctuelle et pour laquelle nous pouvons faire cette séparation de l'atmosphère et de la portion centrale. Aussi joue-t-il le rôle d'un véritable laboratoire que nous employons pour développer, reviser, contrôler les théories générales des atmosphères stellaires.

Depuis que les méthodes modernes d'étude physique des éclipses totales sont au point, les astronomes ont réussi, en ajoutant les durées des éclipses observées avec succès, à observer une heure environ. En une heure, ils ont obtenu une énorme moisson de découvertes : mais il reste encore beaucoup à trouver.

Fréquence des éclipses : le "Saros" chaldéen

Au cours d'une année, il y a toujours au moins deux éclipses, qui sont encore des éclipses de Soleil ; jamais plus de sept (cinq ou quatre de Soleil, deux ou trois de Lune). Remarquons, en passant, que les éclipses de Lune précèdent ou suivent les éclipses de Soleil de quatorze jours ; ceci se comprend, puisque les éclipses ont lieu à la nouvelle et à la pleine Lune, au moment où celle-ci est voisine du plan de

l'écliptique. Ainsi l'éclipse totale de Soleil du 9 juillet 1945 a été précédée d'une éclipse partielle de Lune, le 25 juin, invisible en France, tandis que l'éclipse totale de Lune du 19 décembre 1945 sera suivie d'une éclipse partielle de Soleil, le 3 janvier 1946, invisible pour nous.

Les Chaldéens savaient déjà aux époques les plus reculées qu'une période règle approximativement le retour des éclipses. Ils l'avaient appelée le « Saros » ; sa durée est de 18 ans 11 jours ou 6 586 jours. Dans chaque période, il y a en moyenne 71 éclipses dont 43 de Soleil et 26 de Lune, se succédant dans le même ordre et avec le même caractère (totales ou partielles).

On voit qu'en gros les éclipses de Soleil sont deux fois plus nombreuses que celles de Lune. Mais si l'on considère la visibilité à partir d'un endroit donné, les proportions sont bien changées, puisque l'éclipse de Lune est visible de tout un hémisphère. La probabilité pour qu'une éclipse totale de Soleil soit visible en un lieu déterminé est seulement d'une éclipse en 360 ans. Et encore, là, comme à la loterie, il y a des favorisés ou des déshérités momentanés, car la loi de probabilité n'a de signification que pour un grand nombre de cas, soit, ici, pour un ensemble de plusieurs milliers d'années.

En France, une éclipse sera totale en 1961, puis en 1999. Quant aux Parisiens, ils ne jouiront du spectacle qu'en 2026.

J. GAUZIT.

◆ Le professeur Fleming, qui a découvert la pénicilline, a annoncé récemment que d'autres substances antiseptiques extraites de moisissures, plus actives encore que la pénicilline, étaient actuellement à l'étude. On espère même que l'une d'entre elles, la *streptomucine*, sera active contre la tuberculose. Découverte par le microbiologiste Selman A. Waksman, cette substance est extraite de l'*Actinomyces griseus*, microorganisme qui contribue à donner à la terre fraîchement labourée son odeur particulière. *In vitro*, la streptomucine détruit les bacilles de la tuberculose et de la lèpre. Toutefois sa fabrication n'est pas encore suffisamment au point pour qu'on puisse se prononcer en connaissance de cause sur les effets *in vivo*.

◆ Des tablettes de pénicilline ont été mises au point en Angleterre pour le traitement spécifique des maladies de la gorge et de la bouche. Ce moyen thérapeutique nouveau s'est révélé précieux dans les infections buccales suivant les interventions chirurgicales : extractions dentaires, ablation des végétations adénoïdes et des amygdales.

◆ Le 10 avril dernier a été mis en marche le premier centre français de fabrication de la pénicilline. Organisé par le Service de Santé de l'Armée, il pratique les diverses opérations de culture du *Penicillium notatum* et de récolte des milieux riches en pénicilline, dont l'extraction chimique est confiée à des établissements privés.

◆ Dans les hôpitaux américains de la région parisienne, on pratique couramment la récupération industrielle de la pénicilline excrétée dans les urines des blessés traités avec ce médicament. On obtient avec un rendement appréciable (jusqu'à 30 % de la substance injectée) un produit qui a une action, tant sur l'animal que sur l'homme, entièrement semblable à celle de la pénicilline originale.

UN NOUVEAU BRISEUR D'ATOMES : LE BÊTATRON

par Maurice-E. NAHMIA

Docteur ès Sciences Physiques
Chef du Laboratoire de radiobiologie de Marseille

La physique, la chimie et la biologie modernes font un emploi de jour en jour plus étendu de ces projectiles de dimensions atomiques ou même pratiquement ponctuelles : ions, électrons, qui, accélérés par des champs électriques et magnétiques, acquièrent une énergie énorme. Ces particules sont alors capables de produire, quand elles bombardent la matière, divers effets utiles : émission de rayons X, rupture de noyaux atomiques, destruction de tissus cancéreux, etc... Tandis que l'on construit à Berkeley (Californie) un cyclotron de 4 000 tonnes capable de communiquer à des ions une énergie de 100 millions d'électron-volts (1), un appareil beaucoup plus simple et moins coûteux, le bêtatron du professeur Kerst, communiquera la même énergie à des électrons. Les applications pratiques de cette artillerie atomique, aussi bien en médecine que dans l'industrie, seront immenses et, pour la plupart encore, imprévisibles. Quant à la science pure, elle leur demandera la solution de quelques-unes des nombreuses énigmes qui subsistent, dans le domaine de l'infiniment petit, sur la constitution de la matière, et, dans le domaine de l'infiniment grand, sur la structure de notre Univers et sur son évolution.

Le problème de l'accélération des particules électrisées

QUAND une particule électrisée se trouve dans un champ électrique, elle est soumise, à une force dirigée suivant les lignes de force du champ et dont l'intensité est proportionnelle à sa charge électrique et à la valeur du champ. Elle est alors accélérée par cette force et prend des vitesses d'autant plus rapidement croissantes que sa masse est plus faible.

C'est cette loi qui explique le passage du courant dans un tube contenant un gaz raréfié : les quelques ions qu'il contient se mettent en mouvement et acquièrent assez d'énergie pour arracher aux atomes qu'ils rencontrent des électrons périphériques et en faire de nouveaux ions. Mais ils ne peuvent prendre assez d'énergie pour attaquer le noyau de ces atomes.

De même, dans une ampoule où règne un vide beaucoup plus poussé et où on place une source d'électrons (filament chauffé), une différence de potentiel accélère ces électrons qui prennent rapidement des vitesses qui sont une fraction importante de celle de la lumière (300 000 km/s). En bombardant avec ces électrons une anode métallique refroidie, on obtient des rayons X dont la longueur d'onde est d'autant plus faible et qui sont par conséquent d'autant plus pénétrants, plus « durs » que la

(1) L'électron-volt est l'énergie que prend un électron accéléré pour une différence de potentiel de 1 volt. Il est égal à 10^{-10} ergs ou un millième de milliardième d'erg.

tension qui a servi à accélérer les électrons est plus élevée. Avec ce dispositif classique, on réalise couramment dans les hôpitaux des rayons X de 200 000 à 400 000 V. Pour la métallurgie, on recherche les radiations les plus dures possibles, mais on ne dépasse qu'exceptionnellement des tensions accélératrices de 1 million de volts. Si l'on veut obtenir des particules suffisamment accélérées pour produire des ruptures de noyaux atomiques, il faut faire appel à d'autres méthodes et ces méthodes diffèrent suivant que l'on veut accélérer des électrons de masse très petite ou des ions de masse beaucoup plus considérable. Par exemple, les ions d'hydrogène, de deutérium (hydrogène lourd) et d'hélium ont des masses respectivement 2 000, 4 000 et 8 000 fois plus importantes que celle de l'électron.

L'accélération des ions : le cyclotron

Pour donner aux ions des énergies nettement supérieures à celles qu'ils prennent dans un simple champ électrique, on a eu l'idée de les faire tourner en rond dans un espace où, tous les demi-tours, ils reçoivent l'impulsion accélératrice d'une certaine tension électrique. La même tension sert ainsi plusieurs centaines de fois à accélérer l'ion, jusqu'au moment où celui-ci, ayant pris dans cette espèce de « fronde » électromagnétique une énergie suffisante, on le dévie vers une trajectoire rectiligne et on l'utilise pour bombarder la matière.

Comment fait-on tourner en rond une particule électrisée? Pour cela (fig. 1), on la lance

dans une direction perpendiculaire aux lignes de force d'un champ magnétique uniforme. Elle est alors soumise à une force perpendiculaire à la fois au champ et à la trajectoire, et elle décrit un cercle d'un mouvement uniforme.

Quant à la tension accélératrice, c'est une tension alternative dont la période est telle qu'elle se renverse à chaque demi-tour de la particule. Cette période est de l'ordre du millionième de seconde.

On comprend tout de suite que le cyclotron est un mécanisme de haute précision. Il suppose réalisé un synchronisme parfait entre la rotation des particules, et l'inversion périodique de la tension accélératrice. Que ce mécanisme vienne à se dérégler tant soit peu, et il en résultera un décalage qui ira s'aggravant à chaque tour. Le cyclotron ne pourra plus fonctionner. Or, les calculs qui ont permis la réalisation du cyclotron sont faits dans les hypothèses de la mécanique classique. Ils supposent que la masse de la particule est constante. Or, aux vitesses atteintes par les particules (vitesses qui sont une fraction non négligeable de la vitesse de la lumière), cette hypothèse n'est plus vérifiée. En effet, d'après les théories relativistes, la masse d'un corps augmente indéfiniment quand sa vitesse se rapproche de plus en plus de celle de la lumière. Il suffit d'une variation de masse de 1 % pour que le synchronisme ne soit plus possible. Cette variation de masse se produit pour le plus léger des ions (ion hydrogène) quand on lui donne une énergie de 10 millions d'électron-volts, mais avec un

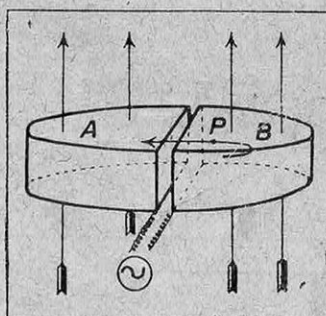


FIG. 1. — SCHÉMA DE PRINCIPE D'UN CYCLOTRON

La particule P (ion d'hydrogène, de deutérium ou d'hélium) est lancée dans la cavité formée par deux électrodes creuses A et B en forme de demi-cylindres (cylindre partagé par un plan passant l'axe). Ces électrodes sont placées dans l'entrefer d'un électro-aimant très puissant. La particule décrit une suite de trajectoires circulaires au tour de l'axe des électrodes. Entre les électrodes on établit en effet une différence de potentiel qui se renverse à chaque demi-tour de la particule. A chaque passage d'une électrode dans l'autre, cette particule reçoit donc une impulsion qui augmente sa vitesse et, par conséquent, le rayon de sa trajectoire. Elle décrit donc, avec une vitesse de plus en plus grande, une sorte de spirale composée de demi-circonférences mises bout à bout, jusqu'au moment où elle vient bombarder la cible qui lui est offerte. La tension entre les électrodes est une tension alternative d'une période de un millionième de seconde. Le temps mis par la particule pour franchir chaque demi-tour est constant parce que l'augmentation de vitesse est compensée exactement par l'augmentation de la longueur du trajet.

électron, il suffit, pour l'obtenir, de 10 000 volts. L'électron atteint dès le premier tour une vitesse prohibitive et on doit renoncer à l'accélérer dans un cyclotron.

Il fallait donc trouver autre chose, et c'est le professeur Kerst, du Centre Physique de l'Université de l'Illinois, qui a réalisé, en 1939, l'appareil capable d'accélérer les électrons et de leur communiquer une énergie comparable et supérieure à celles qu'ils possèdent dans le rayonnement β du radium. D'où le nom de Bétatron donné à cette invention.

L'accélération des électrons : le bétatron

Ici encore (fig. 2 et 3), la particule électrisée tourne dans plan sous l'action d'un champ magnétique perpendiculaire à ce plan. Mais, au lieu que les impulsions accélératrices soient discontinues et appliquées à chaque passage de la particule sur une portion donnée de sa trajectoire, ici l'impulsion est continue. Elle est de la même nature que celle qui provoque la naissance d'un courant dans le secondaire d'un transformateur.

Dans le bétatron, le champ magnétique qui provoque la rotation des électrons est variable. Il est produit par un électro-aimant dans lequel on envoie le courant alternatif de fréquence égale à quelques centaines de cycles par seconde. Examinons ce qui se passe quand le champ magnétique varie entre 0 et sa valeur maximale pendant le premier quart d'un

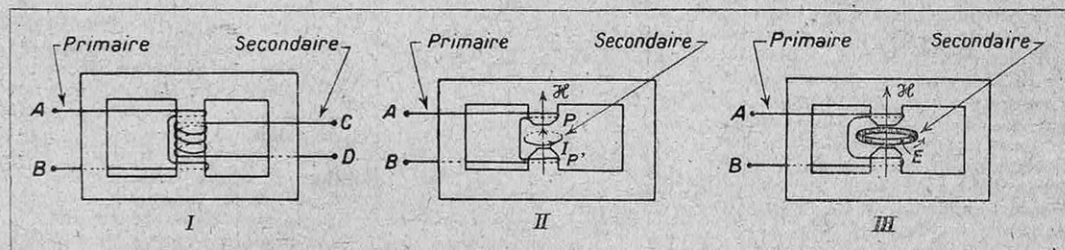


FIG. 2. — LE PRINCIPE DU FONCTIONNEMENT DU BÉTATRON

En (I) on a représenté schématiquement un transformateur. Lorsqu'on envoie un courant dans le circuit AB (primaire), on fait naître dans le circuit CD (secondaire) une force électromotrice d'induction. En particulier (II), le secondaire peut être une simple spire de cuivre placée entre les pièces polaires P et P' d'un électro-aimant. Si nous produisons dans l'entrefer PP' un champ vertical dirigé de bas en haut et d'intensité croissante, les électrons libres à l'intérieur du fil de cuivre sont accélérés dans le sens de la flèche. Mais ici les électrons sont freinés par le métal résistant; ils perdent de leur énergie transformée en chaleur et leur vitesse est modérée. Mais si nous remplaçons le conducteur de cuivre par un tube de verre creux dans lequel on injecte des électrons (III), ceux-ci se mettent en mouvement, mais sans éprouver aucun freinage et la vitesse qu'ils acquièrent est uniquement fonction de l'accélération qu'ils reçoivent de la part du champ variable.

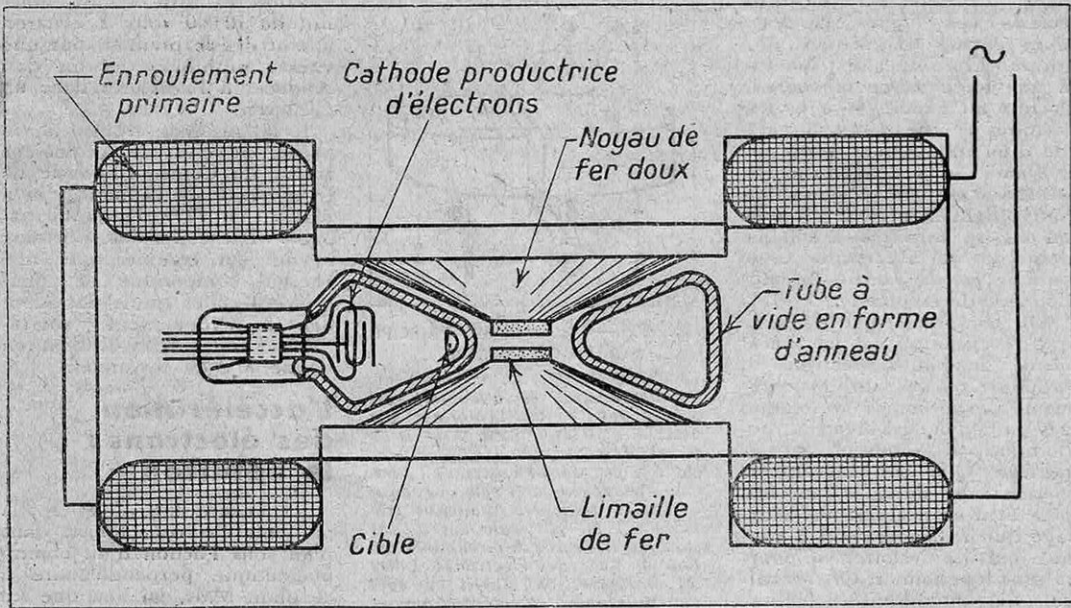


FIG. 3. — COUPE SCHEMATIQUE D'UN BÊTATRON

Le bêta-tron est constitué d'un tube annulaire où l'on a fait un vide très poussé placé dans l'entrefer d'un électro-aimant. A l'intérieur du tube, on place un injecteur d'électrons (filament chauffé produisant des électrons, accélérés ensuite par une petite différence de potentiel). L'injection se produit au moment où le champ apparaît et commence à croître, soit dans un sens, soit dans l'autre (deux fois par période). Les électrons font un très grand nombre de tours dans l'anneau (environ 150 000 dans le plus puissant réalisé à l'heure actuelle) et acquièrent une vitesse considérable (295 000 km/s dans le même appareil), avant de frapper la cible de tungstène qui devient un émetteur de rayons X très pénétrants.

période. Supposons que l'on injecte alors, dans une direction perpendiculaire au champ, un électron; cette particule prend un mouvement circulaire uniforme, et on peut assimiler sa trajectoire à un conducteur où passe une certaine intensité (la charge de l'électron multipliée par le nombre de tours par seconde).

Si le champ magnétique vient à varier, le flux qui passe dans la « spire » formée par la trajectoire considérée varie lui aussi. Et, d'après les lois de l'induction électromagnétique, l'intensité du courant qui passe dans la spire variera. Elle augmentera si l'électron tourne dans le sens convenable. Or, il n'existe qu'un moyen de faire varier l'intensité dans le conducteur envisagé, c'est d'augmenter le nombre de tours faits par l'électron en une seconde. L'électron sera donc accéléré par la variation du champ. La théorie mathématique complète du phénomène est assez complexe.

Dans la pratique, le bêta-tron se présente sous la forme d'un tube annulaire dans lequel on fait le vide et qui fait office de secondaire d'un transformateur. Il est placé perpendiculairement aux lignes de force dans l'entrefer d'un électro-

aimant. Au moment où le champ commence à croître, on injecte dans l'appareil des électrons. Ils se mettent à tourner dans l'espace annulaire sous l'action du champ magnétique et ils décrivent avec une vitesse croissante une spirale de plus en plus étroite, en se rapprochant de l'axe de l'anneau, jusqu'au moment où ils rencontrent une anode de tungstène refroidie et produisent des rayons X. L'accélération des électrons cesse quand le champ atteint sa valeur maximum. Le champ décroît, passe par une valeur nulle et peut de nouveau accélérer des électrons pendant un quart de période, mais dans le sens de rotation opposé.

Le bêta-tron fournit donc (fig. 4) d'une manière discontinue deux faisceaux distincts de rayons β ou de rayons X. On place au centre des pièces polaires quelques disques de fer dont l'aimantation progressive au cours de chaque alternance a pour effet une variation convenable du champ et canalise les électrons soit vers l'anode, soit vers la fenêtre de sortie de l'appareil.

Dans le bêta-tron le plus puissant réalisé actuellement (fig. 5), le bêta-tron de 20 millions de volts du professeur Kerst, les électrons parcourent une dis-

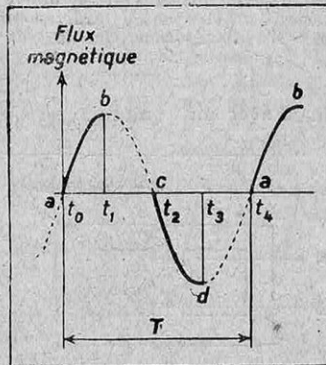


FIG. 4. — LES DIFFÉRENTES PHASES DU FONCTIONNEMENT D'UN BÊTATRON

L'injection et l'accélération des électrons se produisent pendant les deux quarts de période t_0, t_1 et t_2, t_3 , pendant lesquels le flux, d'abord nul, augmente par valeurs positives ou négatives, jusqu'à un maximum. Ces deux quarts de période correspondent à l'émission de deux faisceaux distincts, puis-que les électrons tournent dans un certain sens de t_0 à t_1 et en sens opposé de t_2 à t_3 .

trance de 400 km et atteignent une vitesse de 200 000 km/s, ce qui leur donne une masse égale à six fois leur masse au repos. Pour obtenir ce résultat, on n'a pas eu besoin de générateur à haute tension ni de différences de potentiel élevées.

Ce bêtatron n'est qu'un chaînon d'une série de bêtatrons de plus en plus puissants. Des appareils de 2 à 3 millions de volts étaient construits en 1940 (fig. 6), et la General Electric Co de Schenectady (Etats-Unis) réalise en ce moment, sur les indications de Kerst, un bêtatron de 100 millions de volts.

La seule difficulté technique rencontrée consiste à construire de gros électro-aimants, car l'énergie des électrons accélérés par le bêtatron est proportionnelle au champ magnétique et au rayon des orbites électroniques.

Quel intérêt y a-t-il à obtenir des électrons de plus en plus rapides?

A quoi sert le bêtatron ?

Tout d'abord, le bêtatron sert à produire des rayons X beaucoup plus « durs » que ceux que nous offrent les tubes classiques. Ceux-ci sont, pour les applications médicales, de l'ordre de 200 000 à 400 000 V. Pour les applications à la radiographie métallurgique, on a pu aller jusqu'aux environs de 1 million de volts, rarement davantage. Une autre source de radiations électromagnétiques nous est offerte par les rayons γ du radium. Les deux bandes utilisées en radiothérapie et radiographie par rayons γ correspondent à des énergies de 600 000 V et 2 millions de V. Le bêtatron fournit donc des radiations plus pénétrantes que les appareils classiques et même que le radium.

Du point de vue de la radiothérapie, l'intérêt de l'emploi de ces radiations résiderait en ce que, au lieu d'avoir leur efficacité maximum sur la peau même et dans les tissus immédiatement sous-jacents, celle-ci se manifesterait à 3 ou 4 cm de profondeur.

Pour les applications à la radiographie métallurgique, les radiations X produites par les élec-

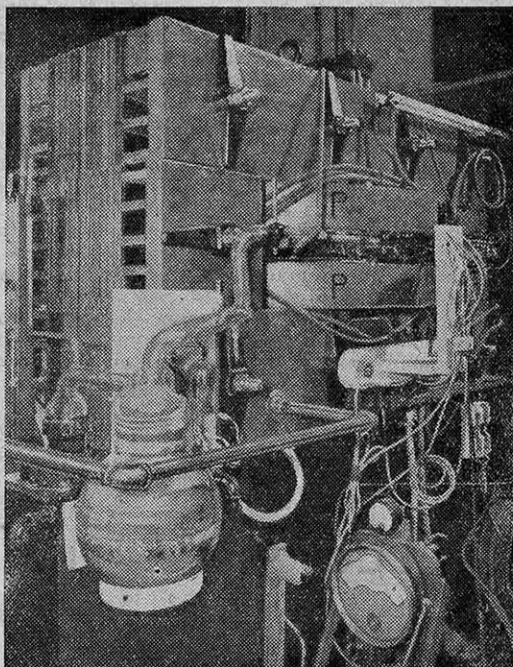


FIG. 6. — LE BÉTATRON DE TROIS MILLIONS DE VOLTS DU PROFESSEUR KERST

On aperçoit, marquées de la lettre P, les deux bobines de l'électro-aimant et, dans l'entrefer, l'anneau de verre creux dans lequel on fait le vide. Au premier plan, les appareils servant à réaliser un vide poussé dans l'anneau.

trons accélérés à 20 millions de volts traversent plusieurs dizaines de centimètres de plomb avant de perdre la moitié de leur intensité. Avec ces radiations X, on a pu radiographier une génératrice de grande puissance. Mais, à partir de 1 million de volts, un phénomène nouveau vient contrebalancer le gain réalisé par l'emploi de rayons de plus en plus durs : c'est la transformation de l'énergie électromagnétique en matière (un photon donnant naissance à une paire électron-positon). En expérimentant avec le bêtatron de 20 millions de volts, les Américains Adams et Clerk ont montré qu'aux environs de 3 millions de volts, un accroissement de potentiel réduisait, au lieu de l'augmenter, la pénétration des rayons X dans le plomb, mais, à partir de 5 millions de volts, dureté et pénétration varient de nouveau dans le même sens.

On peut également envisager de bombarder directement, pour les tuer, les cellules vivantes cancéreuses par un faisceau d'électrons accélérés. Des essais ont été effectués avec le bêtatron de Kerst, non sur des tissus vivants, mais sur des plaques de cellulose, substance dont la composition chimique se rapproche suffisamment de celle de la matière vivante pour que les

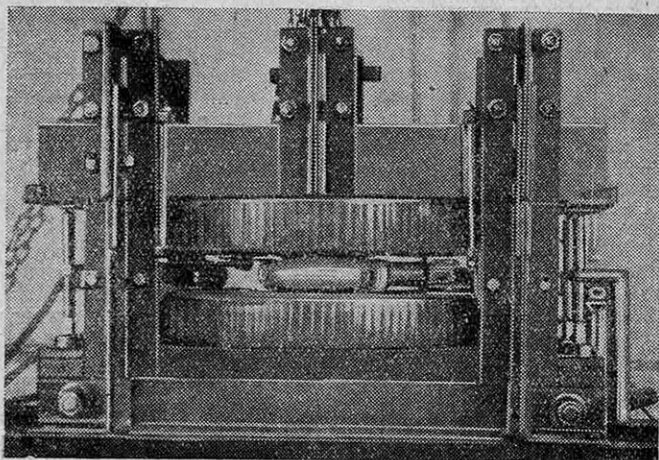


FIG. 5 — LE BÉTATRON DE 20 MILLIONS DE VOLTS DU CENTRE DE PHYSIQUE DE L'UNIVERSITÉ DE L'ILLINOIS

Cet appareil construit sous la direction du professeur Kerst pèse moins de 4 tonnes avec ses accessoires, et on aura une idée de ses dimensions en sachant que le tube annulaire placé dans l'entrefer de l'électro-aimant a un diamètre extérieur de 48 cm.

résultats soient comparables. De ces expériences, il résulte que le faisceau de rayons β pénétrerait à 10 cm environ sous la peau et donnerait une efficacité maximum vers 7,5 cm. L'avantage de la « bêthérapie » serait une localisation beaucoup plus étroite des effets obtenus, comparés avec ceux des rayons X. On attaquerait aussi le moins possible de cellules saines pour tuer les cellules cancéreuses. Avec des électrons de 25 à 30 millions de volts, qui traversent environ la moitié de l'épaisseur du corps, on atteindrait n'importe quelle partie de l'organisme humain avec le minimum de dégâts pour cet organisme.

Enfin, le bêatron est, comme le cyclotron, un appareil à briser les noyaux atomiques, mais les appareils actuels ne sont pas encore assez puissants pour effectuer ces réactions nucléaires avec un rendement intéressant; il faudra pour

cela atteindre des potentiels de 65 millions de volts. L'intérêt du bêatron réside en ce qu'il permet de mesurer avec exactitude l'énergie nécessaire à la rupture de ces noyaux. C'est ainsi qu'on a évalué respectivement à 11 et 19 millions de volts l'énergie des projectiles nécessaires pour briser les noyaux de cuivre et de carbone.

On voit donc que la réalisation de bêatrons de plus en plus puissants aura des applications très intéressantes. Mentionnons-en encore une pour finir : les faisceaux d'électrons de grande énergie obtenus avec des appareils de 100 millions de volts et plus ouvriront peut-être la voie aux expériences de laboratoire sur les rayons type « cosmiques », ces rayons qui sans arrêt bombardent la Terre et dont l'origine est une des grandes énigmes de notre Univers.

Maurice-E. NAHMIA.

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

par V. RUBOR

Du caoutchouc à base de silice

ON fabrique actuellement, en Amérique, un caoutchouc d'un type entièrement nouveau, dans lequel le silicium (élément chimique entrant dans la composition du quartz, du sable, du verre, etc.) remplace le carbone en tant que squelette de la molécule.

Il était bien connu depuis fort longtemps que les atomes de silicium partageaient dans une certaine mesure l'aptitude exceptionnelle que possèdent les atomes de carbone à se souder bout à bout en formant des « chaînes » (qui constituent le squelette de toute molécule organique). On était même parvenu à synthétiser un certain nombre de composés siliceux correspondant aux composés carbonés simples, et à jeter les bases d'une « chimie organique du silicium », mais l'intérêt de ces travaux n'avait jamais encore dépassé le cadre purement scientifique et leur portée était limitée par l'impossibilité de réaliser des chaînes silicées longues de plus de quelques atomes. Ce n'est que l'an dernier que

la préparation des « silicones » est sortie du domaine du laboratoire pour entrer dans celui de l'industrie, principalement en vue de la fabrication de caoutchouc tactice.

Le « caoutchouc de silicone » possède d'importants avantages sur le caoutchouc naturel comme sur le caoutchouc synthétique. Il résiste notamment à des températures relativement hautes et basses, car ses propriétés élastiques varient peu entre -50° et $+300^{\circ}$ C. Cette propriété le fait utiliser dans l'industrie de guerre comme garniture dans les compresseurs de bombardiers Boeing B-29 « Superforteresses ». On l'utilise aussi pour caler les lentilles des projecteurs de la marine, qui sont soumises à d'intenses vibrations à chaque coup tiré par la grosse artillerie de bord, en même temps qu'à la chaleur extrême rayonnée par l'arc électrique qui produit leur lumière. Enfin, à cause de leur haute résistance à la chaleur, les rouleaux de caoutchouc de silicone constituent une sérieuse amélioration dans l'imprimerie, car ils se prêtent bien mieux que les rouleaux de caoutchouc naturel ou synthétique à l'impression d'encre à chaud.

Pour le moment, le caoutchouc de silicone ne convient pas pour les pneus d'auto, ni pour les autres applications exigeant une haute résistance à la traction. On espère cependant que sa faible résistance à la traction, qui est son principal inconvénient, pourra être prochainement éliminée par de nouveaux perfectionnements apportés à sa préparation.

Les recherches sur le caoutchouc de silicone ont conduit à l'obtention d'un curieux sous-produit dénommé « mastic rebondissant ». Il a l'apparence et la consistance du mastic et peut être étiré et pétri de la même façon. Mais lorsqu'on le roule en boulette et qu'on le laisse tomber sur une surface dure, il rebondit comme du caoutchouc, tandis qu'une boulette de mastic s'écrase simplement sans aucunement rebondir. Ce corps possède donc des propriétés simultanément plastiques et élastiques, ce qui est pour le moins paradoxal et présente un intérêt scientifique considérable.

Enfin, on est en train de mettre au point la fabrication de « résines de silicone » douées de propriétés remarquables d'imperméabilisation et d'ignifugation.

Tissu de coton imperméable

Au cours de la guerre, les laboratoires de l'Office britannique de Recherches scientifiques et industrielles (Department of Scientific and Industrial Research) ont mis au point un tissu en coton imperméable, dans lequel les fibres sont disposées de telle manière qu'elles se gonflent dès qu'elles entrent en contact avec l'eau. Elles obturent ainsi tous les interstices du tissu et le rendent imperméable sans aucun produit d'addition ni traitement chimique particulier, alors qu'il se laisse traverser par l'air, aussi bien qu'un tissu ordinaire. On s'en est servi jusqu'à présent pour confectionner des tuyaux souples pour la lutte contre les incendies et des vêtements pour les aviateurs exposés à des amérissages forcés, mais les applications possibles de ce nouveau produit en temps de paix sont aussi évidentes qu'innombrables.

Un tube à rayons X de 2 millions de volts

LES laboratoires Machlett de Springdale (Connecticut), aux Etats-Unis, viennent de réaliser un générateur de rayons X très pénétrants fonctionnant sous une tension continue de 2 millions de volts. Celle-ci est fournie par un générateur électrostatique du type Van de Graaf (1). Les électrons libérés par la cathode à l'extrémité supérieure du tube sont accélérés par 180 électrodes répartissant la tension sur les deux tiers environ de la longueur du tube. Leur faisceau est concentré ensuite par une lentille électromagnétique et vient frapper une anticathode en or, refroidie par une circulation d'eau. Cette cible a 56 mm d'épaisseur et émet les rayons X par sa face opposée. Ce tube est destiné à l'étude radiographique de

(1) Voir : « La transmutation de la matière » (*Science et Vie*, n° 246, décembre 1937.)



FIG. 1. — TUBE A RAYONS X DE 2 MILLIONS DE VOLTS

pièces d'acier massives, dont l'épaisseur peut aller jusqu'à 30 ou 45 cm, telles que les étambots et supports d'arbres d'hélices des grands navires où seuls des rayons X très pénétrants, émanant de sources ponctuelles, peuvent déceler avec précision les petites bulles d'air incluses, les fentes et autres défauts qui compromettent la solidité de ces pièces capitales.

La pollution atmosphérique

LES gaz de combustion des usines répandent dans l'atmosphère de grandes quantités de substances nocives qui favorisent la propagation dans les agglomérations industrielles des maladies chroniques graves, telles que la tuberculose. L'étude qualitative et quantitative de ces substances en vue d'essayer

de diminuer la pollution atmosphérique est donc du plus haut intérêt pour la protection de la santé publique.

Les substances nocives répandues dans l'atmosphère par les gaz de combustion industriels sont de trois ordres :

— les « fumées » et « goudrons », très fines particules solides en suspension dans les gaz et résultant de la combustion incomplète du charbon;

— les « cendres », particules un peu plus lourdes qui se déposent en grande partie dans le voisinage immédiat des usines;

— l'« anhydride sulfureux », gaz résultant de la combustion du soufre contenu dans le charbon.

On a calculé qu'en Angleterre les gaz de combustion répandent annuellement dans l'atmosphère :

2,5 millions de tonnes de fumées et goudrons;

0,5 million de tonnes de cendres;

5 millions de tonnes de gaz sulfureux;

soit au total 8 millions de tonnes de substances nocives.

Un des effets des particules solides se trouvant dans l'air est de former un écran interceptant les radiations solaires, particulièrement les rayons ultraviolets indispensables à la synthèse dans le corps humain de la vitamine D à partir des provitamines contenues dans les aliments. Les fumées industrielles favorisent donc le « rachitisme », qui est causé par la carence en vitamine D. C'est en hiver que leur effet est maximum, car il s'augmente de celui des fumées de chauffage domestiques; de plus, les rayons de soleil sont alors le plus inclinés et traversent donc une plus grande épaisseur d'atmosphère. Jusqu'à 90 % des radiations solaires peuvent être absorbées par les fumées industrielles.

Le moyen le plus efficace de prévenir la pollution atmosphérique par les fumées et goudrons serait de réaliser des foyers permettant une meilleure combustion, de façon à diminuer la quantité de particules imbrûlées répandues dans l'air.

V. RUBOR.

DATES A RETENIR

1932, l'Ecole Professionnelle Supérieure de Paris fut la première en France qui a créé, enseigné et formé des **Monteurs dépanneurs radio-techniciens diplômés**.

1936, elle était encore la seule à pratiquer cet enseignement. Pendant ce laps de temps, elle a fourni à l'industrie française plus de 10.000 **Monteurs dépanneurs et Sous-ingénieurs radio-électriciens**.

1942, l'Ecole fut complètement anéantie par les Allemands, le fondateur-directeur arrêté et interné.

Aujourd'hui..., comme en 1936, l'Ecole forme des :
Monteurs-Dépanneurs Rad.o-Techniciens;
Chefs Monteurs;
Sous-ingénieurs;
Ingénieurs Radio-Électriciens;
Chefs Dessinateurs Industriels (en constructions électriques, mécaniques et aéronautiques).

Et, comme en 1932, elle est la première et la seule en France à former des **Electro-Mécaniciens d'Aviation** (approuvé par le Congrès national aéronautique).

L'E. P. S. forme également des **Radios-Navigants** et des **Pilotes Aviateurs** (instruction technique).

L'Ecole Professionnelle Supérieure est aussi aujourd'hui la seule en France à posséder un matériel unique (de plusieurs millions), qu'on peut visiter tous les jours, de 17 à 18 heures.

L'enseignement est donné sur place et par correspondance.

Renseignements et documentation gratuits.

ECOLE PROFESSIONNELLE SUPÉRIEURE
 51, boulevard de Magenta, Paris (X^e). Tel. : Bot. 98-09

Devenez REPORTER ou CORRESPONDANT de Presse

SPORTIF · THÉÂTRAL · CINÉMA
 INFORMATION · CRIMINEL · VOYAGES

En suivant notre cours de
JOURNALISME

Si vous aimez le **DESSIN**, le **CROQUIS**
 Suivez notre cours de
CARICATURISTE

TOUS CES COURS PAR CORRESPONDANCE PEUVENT ÊTRE SUIVIS SANS QUITTER VOS OCCUPATIONS HABITUELLES

SITUATIONS D'AVENIR
 INDEPENDANTES ASSURÉES.

Pour tous renseignements gratuits écrire à l'

**ÉCOLE TECHNIQUE
 DE REPORTAGE**
 8, boulevard Michelet, 8
 TOULOUSE

Parler ANGLAIS

C'est devenu une nécessité pour chaque Français

Parler anglais c'est pour vous une obligation, car bientôt dans tous les domaines, que vous soyez industriel, banquier, commerçant, docteur, couturier, hôtelier, garagiste, courtier, sténo-dactylo, employé, etc, quelle que soit votre profession, vous aurez besoin de l'anglais, et celui qui ne saura pas cette langue sera terriblement handicapé.

Mais parler anglais ne veut pas dire simplement pouvoir lire et peut-être comprendre un texte, pouvoir attraper au vol quelques bribes par ci par là, mais parler anglais veut dire pouvoir tenir une vraie conversation avec un Anglais ou un Américain et comprendre parfaitement ce qu'il vous dit, même s'il parle rapidement.



Confortablement installé dans votre fauteuil, à votre moment préféré

étant indiscutablement un séjour dans le pays même; mais cela est actuellement impossible.

Ce qu'il vous faut, c'est « entendre » parler la langue continuellement, et la méthode LINGUAPHONE est justement ce Professeur chez vous qui, chaque fois et aussi longtemps que vous le voudrez, inlassablement, est toujours prêt à répéter, à répéter encore... les mots, les phrases jusqu'au moment où votre oreille accoutumée entraînera votre bouche à prononcer d'une manière parfaite ce que votre oreille aura si bien enregistré.

A raison d'une heure d'étude par jour, même si vous n'avez aucune connaissance de la langue, vous serez vite étonné et ravi de constater qu'après quelques semaines vous commencez à parler anglais comme un Anglais; et, sans un sou de dépense supplémentaire, le même cours rendra les mêmes services à tous les membres de votre famille.

LINGUAPHONE

DÉMONSTRATION TOUS LES JOURS
 ESSAI GRATUIT SUR DEMANDE

Si vous êtes à Paris, venez donc nous voir, 12, rue Lincoln, où une démonstration personnelle vous sera faite; si vous ne pouvez venir écrivez-nous et nous vous enverrons tous renseignements et détails concernant un essai gratuit de huit jours chez vous sans aucun engagement (joindre 6 francs en timbres pour frais d'envoi de la brochure).

INSTITUT LINGUAPHONE
 12, rue Lincoln (Champs Elysées) PARIS (8^e) Stépu. 1 ur. CB 10

JEUNES GENS !

assurez votre avenir en devenant

**RADIO-TECHNICIEN
DESSINATEUR D'ETUDES
COMPTABLE-AGRÉE**

sans quitter votre emploi

COURS PAR CORRESPONDANCE

inscription à toute époque de l'année

RENSEIGNEMENTS GRATUITS

**ÉCOLE TECHNIQUE
DE
RADIO - ÉLECTRICITÉ
ET DE SCIENCES APPLIQUÉES**

2, rue du Salé, TOULOUSE

AUTOMOBILE - AVIATION - CINEMA - COMMERCE - VENTE
ET PUBLICITÉ - CUISINE - DESSIN - DICTIONNAIRES ET
ENCYCLOPÉDIES - ÉLECTRICITÉ - ÉLEVAGE - ENSEIGNEMENT
GÉNÉRAL - FINANCE - BOURSE - JARDINAGE
JEUX DE SOCIÉTÉ - MAGNÉTISME - ASTRONOMIE - MARINE
ET YACHTING - MÉTÉOROLOGIE - GYMNASTIQUE - HYGIÈNE
MENUISERIE - MODELES REÇUS - PÊCHE - PHILATELIE
TÉLÉVISION - PHOTO - PHYSIQUE ET CHIMIE
RADIESTHÉSIE - RADIO - TÉLÉVISION - TRAVAUX
D'AMATEURS - SCIENCES NATURELLES - ARTISANAT

**TOUS LES
OUVRAGES
TECHNIQUES ET DE
VULGARISATION
SCIENTIFIQUE**

SCIENCES ET LOISIRS

17, AV. DE LA RÉPUBLIQUE, PARIS (XI^e)

CATALOGUE GÉNÉRAL CONTRE 10 FR^s EN TIMBRES

LES MEILLEURES ETUDES 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.

ETUDES PRIMAIRES OU SECONDAIRES. — Des centaines de brillants succès au B. E., au B. E. P. S., au Baccalauréat, établissent la haute efficacité des méthodes de l'École des Sciences et Arts. Brochure gratuite n° R 17640.

NOS COURS D'ORTHOGRAPHE ET DE REDACTION vous assureront une connaissance solide de votre langue maternelle, un style correct, clair, élégant. Notice gratuite n° R 17641.

LES COURS DE FORMATION SCIENTIFIQUE vous permettront de compléter vos connaissances en Mathématiques, Physique, Chimie, etc. — Notice gratuite n° R 17642.

DESSIN INDUSTRIEL. — Préparez-vous à un Certificat d'aptitude professionnelle, ou directement à l'exercice de la profession de Dessinateur dans l'Industrie et le Bâtiment. — Notice gratuite n° R 17643.

CARRIÈRES COMMERCIALES. — Nos Cours de Commerce et de Comptabilité constituent la meilleure des préparations à ces carrières comme aux Certificats d'aptitude professionnelle commerciaux. — Notice gratuite n° R 17644.

LA CÉLEBRE MÉTHODE DE CULTURE MENTALE « DUNAMIS » permet à chacun de développer toutes ses facultés, d'acquérir la confiance en soi et de « forcer le succès ». Not. gr. n° R 17645.

LE COURS DE DESSIN ARTISTIQUE, en vous

apprenant d'abord à voir, puis à interpréter votre vision personnelle vous donnera la formation complète de l'artiste et l'accès aux plus brillantes carrières. — Notice gratuite n° R 17646

PHONOPOLYLOTTE vous apprendra, par le phonographe, à parler, à comprendre, lire, écrire l'Anglais, l'Espagnol, l'Allemand, l'Italien. — Notice gratuite n° R 17647.

LE COURS D'ELOQUENCE vous mettra en mesure d'improviser une allocution émouvante, de composer un discours persuasif. — Notice gratuite n° R 17648.

LE COURS DE PUBLICITE vous permettra soit de vous assurer dans cette branche un brillant avenir, soit de donner à vos affaires le maximum de développement. — Notice gratuite n° R 17649.

LE COURS DE FORMATION MUSICALE fera de vous un musicien complet, capable de déchiffrer n'importe quelle œuvre, non seulement maître de la technique musicale, mais averti de toutes les questions d'histoire et d'esthétique. — Notice gratuite n° R 17650.

LE COURS D'INITIATION AUX GRANDS PROBLÈMES PHILOSOPHIQUES est le guide sûr de tous ceux qui veulent savoir comment se posent et comment peuvent être résolus les grands problèmes de la liberté humaine, de l'immortalité de l'âme, etc. — Notice gratuite n° R 17651.

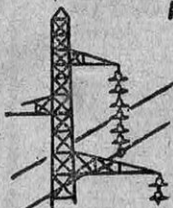
FONCTIONS PUBLIQUES. — Nous vous recommandons les situations de l'Administration des P. T. T. : *Commis masculin ou Commis féminin, Contrôleur stagiaire.* — Not. grat. n° R 17652.

ÉCOLE DES SCIENCES ET ARTS

16, rue du Général-Malleterre, PARIS (16^e). - 81, boulevard des Belges, LYON.

APPRENEZ L'ÉLECTRICITÉ

PAR CORRESPONDANCE
sans connaître
les mathématiques



Tous les phénomènes électriques ainsi que leurs applications industrielles et ménagères les plus récentes sont étudiées 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 par tous et toutes les formules de calcul sont indiquées avec la manière de les utiliser. En dix mois vous serez à même de résoudre tous les problèmes pratiques de l'électricité industrielle.

Ce cours s'adresse aux praticiens de l'électricité, aux radio-électriciens, aux mécaniciens, aux vendeurs de matériel électrique et à tous ceux qui sans aucune étude préalable désirent connaître réellement l'électricité, tout en ne consacrant à ce travail que quelques heures par semaine.

**COURS
PRATIQUE
D'ÉLECTRICITÉ**
222, Boulevard Pereire - PARIS-17^e

BON
pour la documentation 34 B
(joindre 6 frs en timbres).
55

INSTITUT ELECTRO-RADIO

6, RUE DE TEHERAN, PARIS 8^e

prépare
PAR CORRESPONDANCE

à toutes les carrières de
L'ÉLECTRICITÉ :

**RADIO
CINÉMA - TÉLÉVISION**

**VOTRE AVENIR
EST DANS CE
LIVRE**



GRATUITEMENT

Demandez-nous notre documentation et le livre qui décidera de votre carrière

ENSEIGNEMENT PAR CORRESPONDANCE

ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL

152, avenue de Wagram - Paris (17^e)

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, l'Astronomie.

MÉCANIQUE ET ÉLECTRICITÉ De nombreuses situations sont en perspective dans la Mécanique générale, les Constructions aéronautiques et l'Électricité.

Les cours de l'École s'adressent aux élèves des lycées, des écoles professionnelles, ainsi qu'aux apprentis et techniciens de l'Industrie.

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

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

Envoi du programme contre 10 fr. en timbres.

ÉCOLE DE T. S. F.

3, rue du Lycée - Nice

JEUNES GENS !

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

sont dans la **RADIO**

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

**COURS SCIENTIFIQUES,
TECHNIQUES, PRATIQUES,
PAR CORRESPONDANCE**

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

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

Envoi du programme contre 10 fr. en timbres.

Sans quitter votre emploi, vous pouvez vous préparer chez vous, par correspondance, aux carrières de la RADIO, de l'AÉRONAUTIQUE et du CINÉMA, en vous adressant au CENTRE D'ÉTUDES TECHNIQUES ET ARTISTIQUES DE PARIS qui groupe les trois Écoles suivantes :

ÉCOLE GÉNÉRALE RADIOTECHNIQUE

(Monteur-Dépanneur, Dessinateur, Opérateurs, Sous-Ingénieur et Ingénieur.)

ÉCOLE GÉNÉRALE CINÉMATOGRAPHIQUE

(Opérateurs photographe, de projection, de prise de vues, du son, Script-Girl, Acteurs, Metteur en scène, Directeur de la production.)

ÉCOLE GÉNÉRALE AÉRONAUTIQUE

(Pilote, Navigateur, Radio, Mécanicien, Technicien.)

Demandez la documentation qui vous intéresse au

CENTRE D'ÉTUDES TECHNIQUES ET ARTISTIQUES DE PARIS

69, rue Vallier, à LEVALLOIS-PERRET (Seine.)

Devenez
**DESSINATEUR
et PEINTRE!**



Renseignez-vous aujourd'hui même sur l'ÉCOLE INTERNATIONALE et sur les lucratives et passionnantes carrières auxquelles vous pourrez prétendre lorsque vous

saurez dessiner. L'ÉCOLE INTERNATIONALE vous offre gratuitement un très bel Album qui vous expliquera comment vous pouvez apprendre rapidement et agréablement, chez vous, à dessiner et à peindre. Pour recevoir cet Album, sans aucun engagement pour vous, il vous suffit de découper le bon ci-dessous, d'y joindre 5 Frs. à votre gré, ainsi que votre nom et adresse, et d'adresser aussitôt votre lettre à

L'ÉCOLE INTERNATIONALE

PAR CORRESPONDANCE

DE DESSIN ET DE PEINTURE

SERVICE DW

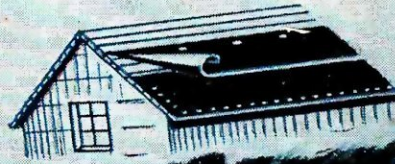
PRINCIPAUTÉ DE MONACO



Contre la pluie
et l'humidité...

ASFEUTROÏD

PROTÈGE EFFICACEMENT
et pour LONGTEMPS
C'est la couverture
ou le revêtement
le plus économique
En vente chez votre quincaillier



L'ASFEUTROÏD

le feutre asphalté solide

USINE À MONTSOULT (S.-&O.)

216, RUE LÉCOURBE
PARIS 15^E