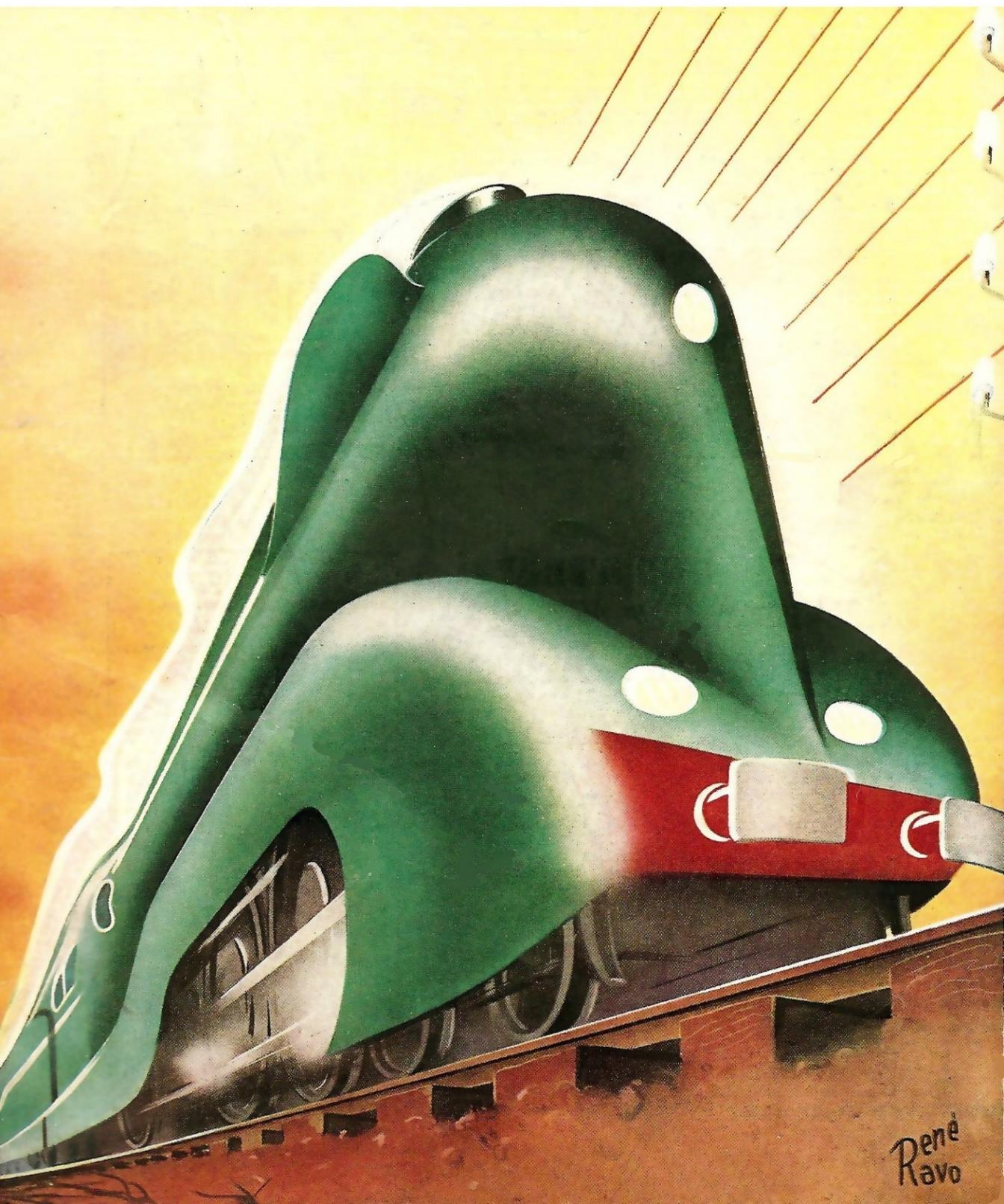


SCIENCE ET VIE

JUIN 1945

N° 333

15 FRANCS



René
Ravo

Bénéficier...

toute votre vie du renom d'une Grande Ecole Technique

Devenir...

un de ces spécialistes si recherchés, un technicien compétent,

En suivant...

les cours de l'



ECOLE CENTRALE DE TSF

12, RUE DE LA LUNE PARIS

COURS DU JOUR, DU SOIR
OU PAR CORRESPONDANCE

Demander le Guide des Carrières gratuit

"Je vous apprendrai à dessiner..." dit Marc Saurel, créateur de la nouvelle méthode: "LE DESSIN FACILE"

POUR peu que vous aimiez le dessin, vous pouvez acquérir en moins d'un an, toutes les notions qui font la base de l'éducation artistique et connaître la joie de dessiner: Le talent n'est pas un don du ciel, il s'acquiert par la méthode, la pratique, le métier.



• 31 ans de pratique et de succès continuels ont permis à Marc SAUREL de créer sa nouvelle méthode d'enseignement du dessin par correspondance: "LE DESSIN FACILE", qui obtient chaque jour le plus éclatant succès.

Pour les adultes:

"LE DESSIN FACILE" Croquis, Paysage, Portrait, Caricature, Nu académique, Perspective, Anatomie, etc...
"LA PEINTURE FACILE" Technique de l'aquarelle, de la gouache et de la peinture à l'huile.

Pour les enfants de 6 à 12 ans:

"JE DESSINE": Petit cours amusant et instructif en 10 leçons.

Autres cours techniques:

DESSIN INDUSTRIEL - DESSIN ANIMÉ DE CINÉMA - DESSIN DE MODE - AFFICHE ET PUBLICITÉ - ILLUSTRATION POUR LIVRES ET JOURNAUX - DESSIN DE LETTRES.

Demandez la brochure qui vous intéresse en joignant 6 francs en timbres et le bon ci-contre.



"LE DESSIN FACILE" 11, RUE KEPPLER, PARIS-16^e

"LA PHOTO FACILE"

95% des Amateurs

se servent mal de leur appareil et se fient au hasard!

Demandez-nous aujourd'hui la magnifique brochure illustrée SV. 56 que vous présente le nouveau Cours de Photographie par correspondance "LA PHOTO FACILE" établi par l'un des Maîtres de la photographie moderne, Lucien LORELLE, selon les célèbres méthodes de Marc SAUREL. Au lieu de gâcher votre temps et votre argent, vous deviendrez en quelques mois un excellent artiste de l'objectif capable de réussites dignes des meilleurs professionnels. Maître de son appareil et de sa technique la photographie connaît les mêmes joies inépuisables que le peintre et le dessinateur car la photo est un art qui est à votre portée.

Joindre 6 frs en timbres pour frais.

"LA PHOTO FACILE"

11, RUE KEPPLER, PARIS (16^e)

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

BROCHURE L. 57.708. — ENSEIGNEMENT SECONDAIRE : Classes complètes depuis la onzième jusqu'à la classe de mathématiques spéciales incluse, Bourses. Examens de passage, Baccalauréats, etc.

BROCHURE L. 57.713. — ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR : Licences (Lettres, Sciences, Droit), Professorats.

BROCHURE L. 57.719. — GRANDES ÉCOLES SPÉCIALES.

BROCHURE L. 57.724. — POUR DEVENIR FONCTIONNAIRE : Administrations financières, P. T. T., Police, Ponts-et-Chaussées, Génie rural, etc.

BROCHURE L. 57.728. — CARRIÈRES DE L'INDUSTRIE des MINES et des TRAVAUX PUBLICS. Certificats d'aptitude professionnelle et Brevets professionnels.

BROCHURE L. 57.733. — CARRIÈRES DE L'AGRICULTURE et du Génie rural.

BROCHURE L. 57.738. — COMMERCE, COMPTABILITÉ, INDUSTRIE HÔTELIÈRE, ASSURANCES, BANQUE, BOURSE, etc... Certificats d'aptitude professionnelle et Brevets professionnels.

BROCHURE L. 57.744. — ORTHOGRAPHE, RÉDACTION, CALCUL, ÉCRITURE.

BROCHURE L. 57.749. — LANGUES VIVANTES, TOURISME, Interprète, etc.

BROCHURE L. 57.753. — CARRIÈRES DE L'AVIATION MILITAIRE et CIVILE.

BROCHURE L. 57.758. — CARRIÈRES de la MARINE de GUERRE.

BROCHURE L. 57.763. — CARRIÈRES de la MARINE MARCHANDE (Pont, Machines, Commissariat).

BROCHURE L. 57.767. — CARRIÈRES des LETTRES (Secrétariats, bibliothèque, etc...)

BROCHURE L. 57.774. — ÉTUDES MUSICALES : Solfège, Harmonie, Composition, Piano, Violon, Chant, Professorats.

BROCHURE L. 57.778. — ARTS DU DESSIN : Professorats, Métiers d'art, etc.

BROCHURE L. 57.783. — MÉTIERS DE LA COUTURE, de la COUPE, de la MODE, de la LINGERIE, de la BRODERIE, etc.

BROCHURE L. 57.787. — ARTS DE LA COIFFURE ET DES SOINS DE BEAUTÉ.

BROCHURE L. 57.790. — CARRIÈRES DU CINÉMA.

ÉCOLE UNIVERSELLE
59, Boulevard Exelmans, PARIS

Apprenez l'ANGLAIS

C'est aujourd'hui plus que jamais votre devoir, à l'heure où la Victoire resserre encore davantage les liens qui nous unissent à nos Alliés et que nos relations d'amitié reconnues indispensables deviennent chaque jour de plus en plus étroites.

Apprenez l'anglais, c'est aussi votre intérêt, car bientôt, dans tous les domaines, commerce, tourisme, sport, politique, diplomatie, etc., nous aurons besoin de l'anglais et celui qui ne saura pas cette langue sera terriblement handicapé.

Mais apprendre l'anglais c'est encore acquérir des joies nouvelles, d'abord celle de mieux connaître la vie anglaise, les grands journaux, les magnifiques magazines de Londres, d'écouter et de comprendre les concerts de la radio; enfin le plaisir de goûter dans la langue originale les bons films qui, « doublés », perdent la moitié de leur valeur.



Sachez maintenant que par la Méthode LINGUAPHONE quelques mois suffisent pour apprendre l'anglais. A

l'aide de disques et de livres, par le son, par l'image et par le texte, cette méthode de réputation mondiale vous enseigne chez vous la langue parlée et la langue écrite. Votre accent est parfait et vous écrivez correctement après seulement quelques semaines; vous êtes très vite étonné de pouvoir vous débrouiller avec des Anglais ou des Américains.

La preuve... il vous suffit de nous demander notre brochure C. B. 6 qui vous donnera tous renseignements sur notre méthode (joindre 6 frs en timbres pour tous frais) ou mieux, si vous habitez Paris, venez à notre Institut, nous vous ferons une démonstration personnelle.

LINGUAPHONE

Service CB 6, 12, rue Lincoln (Champs-Élysées) PARIS

LE PORTE-MINE
202
CONTIENT
DES MINES POUR
UNE ANNÉE

LE NOUVEAU STYLO
303
est fait
pour vous

LE PORTE-MINE
404
QUATRE
COULEURS

Remplissage et
niveau visibles

4 FOIS PLUS D'ENCRE

STYLOMINE

LA GRANDE MARQUE FRANÇAISE - 2, RUE DE NICE - PARIS

Ah! si je savais
DESSINER...



Croquis remarquable de mouvement pris directement au stylo par un de nos élèves.

Que de fois avons-nous entendu prononcer cette phrase autour de nous! Par dépit chez l'un, incapable de se faire comprendre faute de ne pouvoir tracer un simple croquis; par regret chez un autre lorsqu'il reconnaît que lui sont refusées les joies que lui aurait procurées le dessin; par envie chez un troisième lorsqu'il constate que l'un de ses amis a réussi grâce au dessin là où il a lui-même échoué.

Mais vous-même, ne l'avez-vous pas prononcée cette phrase à un moment de votre vie? « Ah! si je savais dessiner! »

C'est donc à vous que nous nous adressons en vous disant : quels que soient votre âge, votre situation, votre résidence, vous pouvez apprendre très rapidement à dessiner grâce à la méthode A. B. C. Il vous suffit en effet de savoir écrire pour savoir en peu de temps dessiner. A ce propos, la brochure que l'Ecole A. B. C. de

révélera que c'est dans les deux premières heures de vos études que vous apprendrez comment on dessine.

BROCHURE ILLUSTRÉE

Demandez la brochure de renseignements C B 32 (joindre 6 francs en timbres pour tous frais). Spécifiez bien le cours qui vous intéresse : Adultes ou enfants

Cette brochure ne sera adressée qu'aux personnes ayant joint le bon ci-contre à leur demande.

BON
pour une
brochure CB 32

ECOLE A. B. C. DE DESSIN

12, rue Lincoln (Champs-Élysées) - PARIS

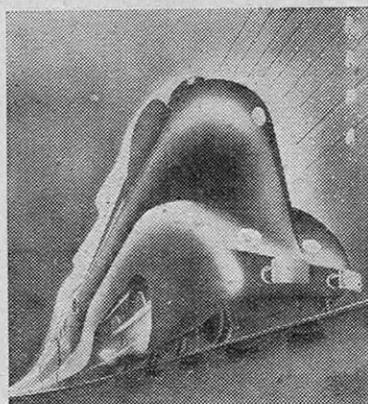
SCIENCE ET VIE

Tome LXVII - N° 333

Juin 1945

SOMMAIRE

- ★ La T. V. A. ou " la démocratie économique ", chef-d'œuvre de Franklin Delano Roosevelt, par Jean Labadié 223
- ★ L'avion toutes missions, par Camille Rougeron 233
- ★ L'éclipse de Soleil du 9 juillet 1945, par P. L. 243
- ★ L'avenir de la locomotive à vapeur en France, par André Chapelon 244
- ★ Peut-on construire un rein artificiel ? par Daniel Bargeton 256
- ★ Les A côtés de la Science, par V. Rubor 261



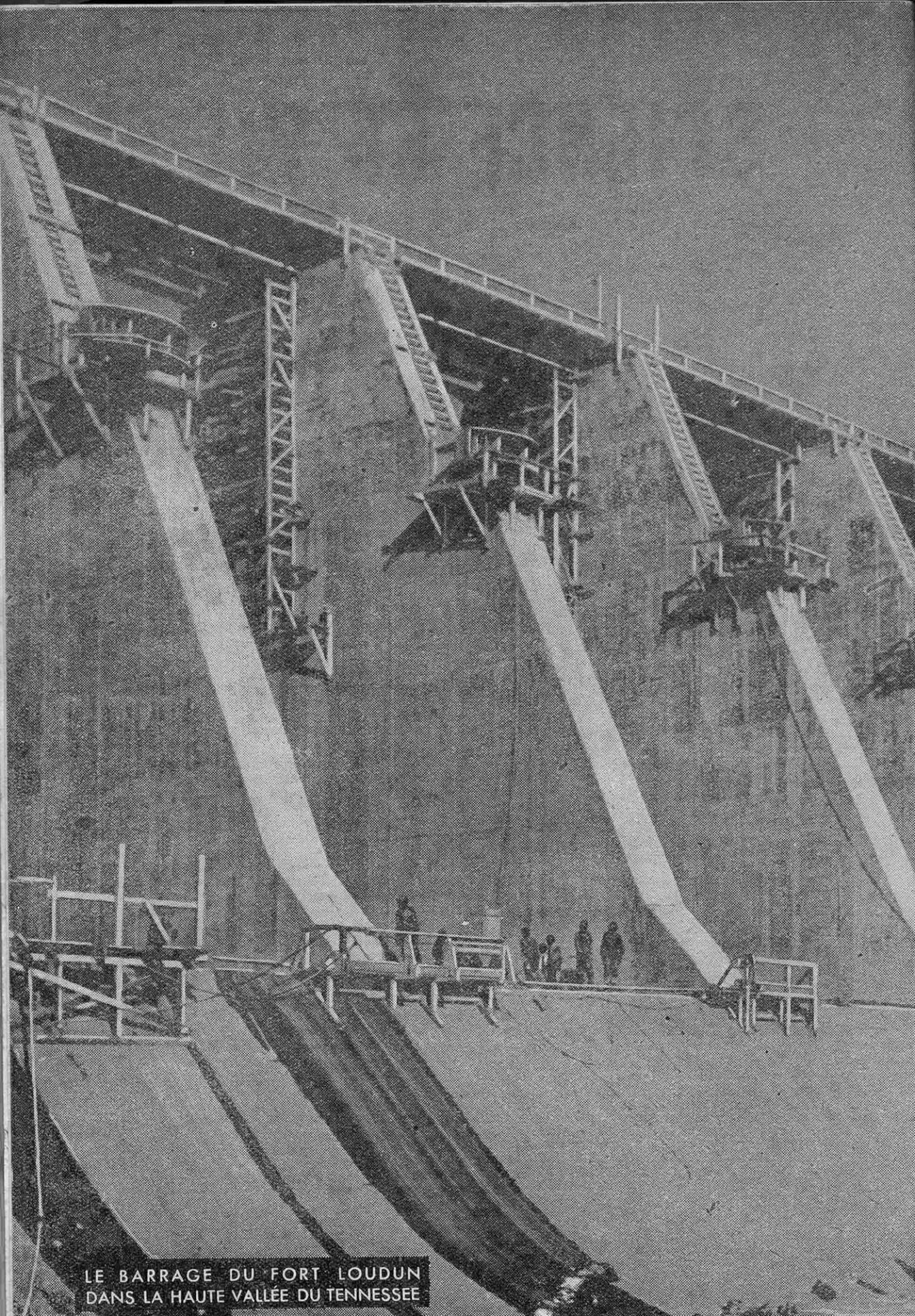
En dépit des progrès de l'électrification, la traction sur rails est demeurée en France le fief de la locomotive à vapeur. En 1938, on comptait encore plus de 17 000 locomotives à vapeur contre moins de 800 machines électriques. Déjà anciennes, puisque leur âge moyen était de 30 ans en 1940, ces locomotives avaient cependant pu satisfaire aux besoins du trafic grâce à de profondes et heureuses modifications. La perte d'un grand nombre d'entre elles pendant la guerre constitue aujourd'hui une circonstance favorable au rajeunissement de notre parc de locomotives et à la recherche d'une unification rationnelle des types adoptés pour les services rapides, mixtes et marchandises, et enfin pour la remorque de rames légères ultrarapides. La locomotive aérodynamique représentée sur la couverture de ce numéro est précisément destinée à cette traction à grande vitesse de trains légers. Avec une vitesse maximum de 200 km/h, elle pourra en effet remorquer environ 300 tonnes à une moyenne de 150 km/h sur des voies peu accidentées. (Voir l'article sur l'avenir de la locomotive à vapeur en France, page 244.)

« Science et Vie », magazine mensuel des Sciences et de leurs applications à la vie moderne. Rédaction, Administration, Publicité : actuellement, 3, rue d'Alsace-Lorraine, Toulouse. Chèque postal : n° 184.05 Toulouse. Téléphone : 230-27. Adresse télégraphique : SIENVIE Toulouse.

Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays. Copyright by « Science et Vie », Juin mil neuf cent quarante-cinq. Registre du Commerce : Toulouse 3235 B.

Abonnements : France et Colonies, un an : 150 francs. Chèque postal 184.05 Toulouse.

La table générale des matières, analytique et alphabétique, des vingt premières années (numéros 1 à 186, années 1913 à 1932) est envoyée franco contre 25 francs.



LE BARRAGE DU FORT LOUDUN
DANS LA HAUTE VALLÉE DU TENNESSEE

LA T.V.A.

OU

" LA DÉMOCRATIE ÉCONOMIQUE "

CHEF-D'ŒUVRE DE FRANKLIN DELANO ROOSEVELT

par Jean LABADIE

Il y a douze années, avec la création de la T.V.A. (Tennessee Valley Authority), commençait aux États-Unis une gigantesque expérience économique. Elle portait sur un territoire aussi étendu que l'Angleterre, aussi peuplé que la Norvège, mais où les terres, épuisées par une exploitation intensive inconsidérée, érodées par les eaux ruisselantes des pentes déboisées, étaient peu à peu désertées par leurs propriétaires, sous la menace constante de terribles inondations. Le but de l'entreprise? Officiellement, rendre le fleuve navigable, contrôler ses crues, reboiser et mettre en culture les terres riveraines, assurer le développement agricole et industriel du pays. Les réalisations? Seize barrages nouveaux édifiés, soixante-douze hectares de terre nettoyés par des dizaines de milliers d'hommes, 2 000 km de routes construites, 113 millions de mètres cubes de ciment armé, de roches et de terre renforçant le lit du fleuve, 150 millions d'arbres plantés, etc., mais surtout et en un mot, la renaissance de ces territoires qui menaçaient de devenir un désert. La vallée du Tennessee est aujourd'hui, du point de vue de la force hydraulique, la seconde en importance des États-Unis; des industries nouvelles y sont nées, la politique de distribution de l'énergie électrique à bon marché y a développé extraordinairement les applications de l'électricité à la maison et à la ferme, où l'emploi rationnel des engrais a multiplié les rendements. La T.V.A. a ainsi transformé totalement l'aspect géographique et économique de la région. Son président, M. Lilienthal, veut voir là non seulement une réussite matérielle, mais la démonstration de la victoire de la conception démocratique du monde.

EN 1933, Franklin D. Roosevelt et son « brain trust », l'état-major qu'il s'était donné pour combattre la crise, eurent vite fait le tour des moyens dont ils disposaient. Financièrement, ces moyens étaient, pour ainsi dire, illimités : dans les banques, l'argent chômait par milliards de dollars. Lancer de « grands travaux » au moyen de cet argent était bien l'idée maîtresse qui s'imposait. Mais on ne pouvait travailler à n'importe quoi, d'autant que les 10 millions de chômeurs existant aux États-Unis provenaient d'industries en faillite « pour cause de surproduction ». C'est alors que le Président, grand amateur de tourisme et de vie au grand air, lança l'idée de recréer le faciès géographique, industriel et agricole du bassin du Mississippi. Comme ce bassin comprend les deux tiers du territoire fédéral, entre les monts Alleghany et les Montagnes Rocheuses, le travail proposé apparaissait bien à l'échelle de la crise elle-même.

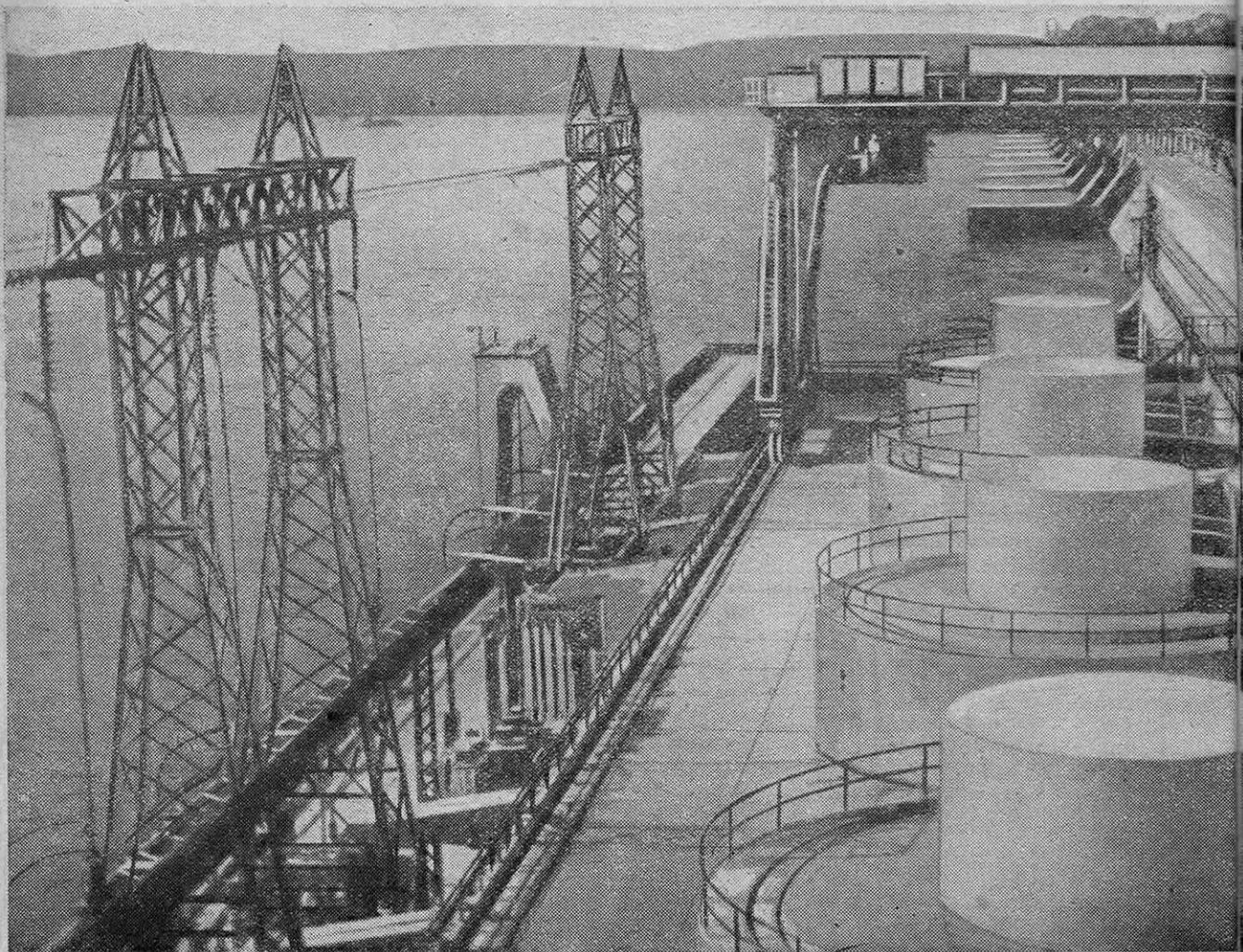
L'Amérique menacée de devenir un désert

Le Mississippi, c'est le Nil de l'Amérique. Et les premiers colons européens, qui ne man-

quaient ni de culture ni de sens de l'analogie, ont précisément jalonné son cours inférieur de deux villes aux noms évocateurs : Memphis et Cairo (Le Caire). Comme tous les grands fleuves, le Mississippi manifesta des crues saisonnières. Le déboisement forcené auquel se livrèrent les premiers colons, surtout dans les vallées de ses affluents, l'Ohio, le Missouri, l'Illinois, l'Arkansas, le Tennessee, a fait perdre au Mississippi son régime naturel. Certaines années, ses crues prennent une allure diluvienne, emportant fermes, villages, bétail, terres arables, tandis que, réfugiés sur les digues, les paysans disputent cet ultime refuge à des compagnons d'infortune indésirables, les serpents. Bien que le désastre affecte principalement le cours inférieur du fleuve, c'est du décharnement progressif de tout l'arrière-pays américain que s'engraisse le delta du Mississippi, sur le Golfe du Mexique.

Comme tous les gens réfléchis, Roosevelt avait compris par quel mécanisme la « civilisation » crée les déserts.

En Asie, les déserts russo-chinois de Gobi et du Turkestan, l'actuelle Mésopotamie, où la légende situe le paradis terrestre; la Palestine, terre promise, maintenant desséchée; en Afrique, la Cyrénaïque, qui abrite les villégiatures



LE « JOE WHEELER DAM » MESURE PRÈS DE 2 KILOMÈTRES DE LONGUEUR. IL A PROVOQUÉ LA FORMATION D'UN LAC ARTIFICIEL LONG DE 140 KILOMÈTRES. L'USINE QUI LUI EST ADJOINTE A UNE PUISSANCE INSTALLÉE DE 130 000 KW

des empereurs romains; la Tunisie, où Paul Bourdes déterra, au seuil de l'actuel Sahara, des moulins témoignant de l'existence d'anciens oliviers, tandis que, rapporte l'histoire, Annibal recrutait là son éléphanterie; le Sud-Algérien, truffé de ruines impériales; le Hoggar et le « pays de la peur », jonchés des silex et des harpons de chasseurs et de pêcheurs préhistoriques; la Mauritanie, dont les anciens fleuves, aujourd'hui jalonnés par des puits de 80 m, arrosaient autrefois un pays luxuriant, décrit par Strabon, tous ces déserts ou terres mortes résultent de l'intervention des hommes qui, d'instinct, colonisent suivant la loi du moindre effort. Dans ces exemples, les mœurs pastorales, celles de l'Islam notamment, suffisent pour tout expliquer : le dernier arbrisseau fut certainement dévoré par un troupeau de nomades.

Mais la civilisation contemporaine procède plus efficacement puisque, ayant pris possession de l'Amérique du Nord au XVIII^e siècle, la course au désert y est déjà très avancée.

Dans le bassin du Mississipi, les colons commencèrent par défricher les forêts de la plaine, en vue de la culture, puis attaquèrent celles de la montagne, pour alimenter des scieries, aujourd'hui abandonnées... faute de bois!

Avec la prospection minière et le traitement

des minerais, le déboisement atteignit les sites les plus reculés : la mine exigeait des poteaux; l'usine un combustible qui, faute de charbon, fut le bois. M. David E. Lilienthal cite un bel exemple de dégradation méthodique d'une haute vallée, au cours d'une seule génération.

A Ducktown, dans les montagnes du Tennessee oriental, on découvrit des filons de cuivre. La mine fut creusée, la fonderie établie. Fermiers et bûcherons trouvèrent d'abord leur compte à ce développement industriel. Mais ses promoteurs n'avaient qu'un but : le cuivre. Sur un rayon de 12 km, le déboisement fut total, au service de la mine et des fours. L'herbe et toute culture en général furent détruites à leur tour par les émanations sulfuriques. Dépouillée de toute vie, la terre s'éroda sous les eaux pluviales. De par la structure du sous-sol, l'érosion se présenta sous forme de ravins parallèles de 6 à 10 m de profondeur. La vase et les résidus chimiques envahissant la rivière y détruisirent le poisson, tandis que l'eau n'en était plus ni potable, ni même utilisable pour les soins ménagers élémentaires. Il fallut payer des dommages aux propriétaires voisins. Et la Compagnie minière dut établir, hors d'atteinte de ses propres souillures, un réservoir d'eau à l'usage de son personnel comme de ses machines. La vie ren-

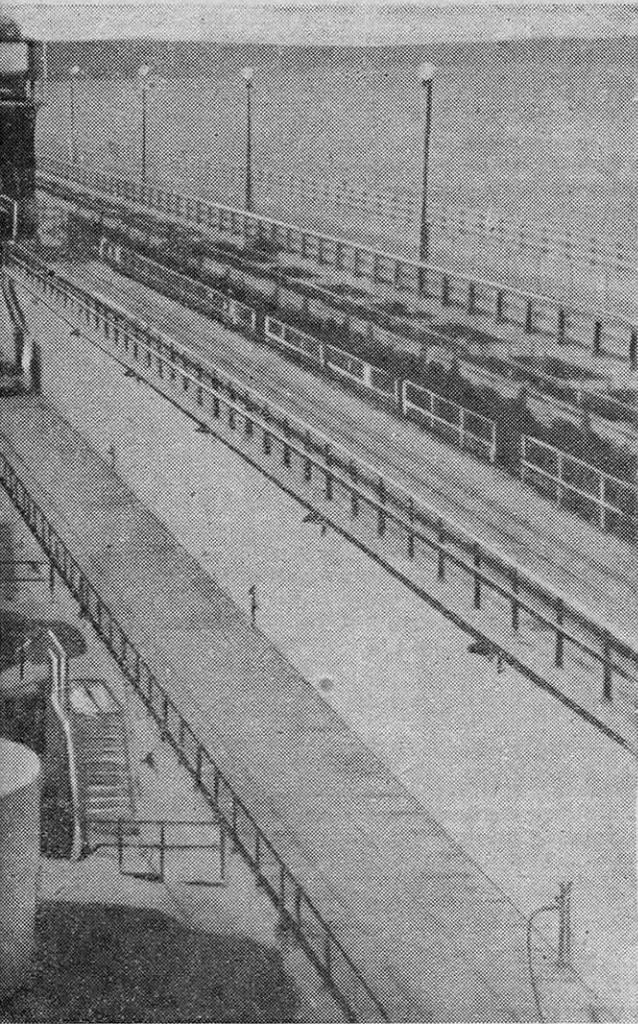
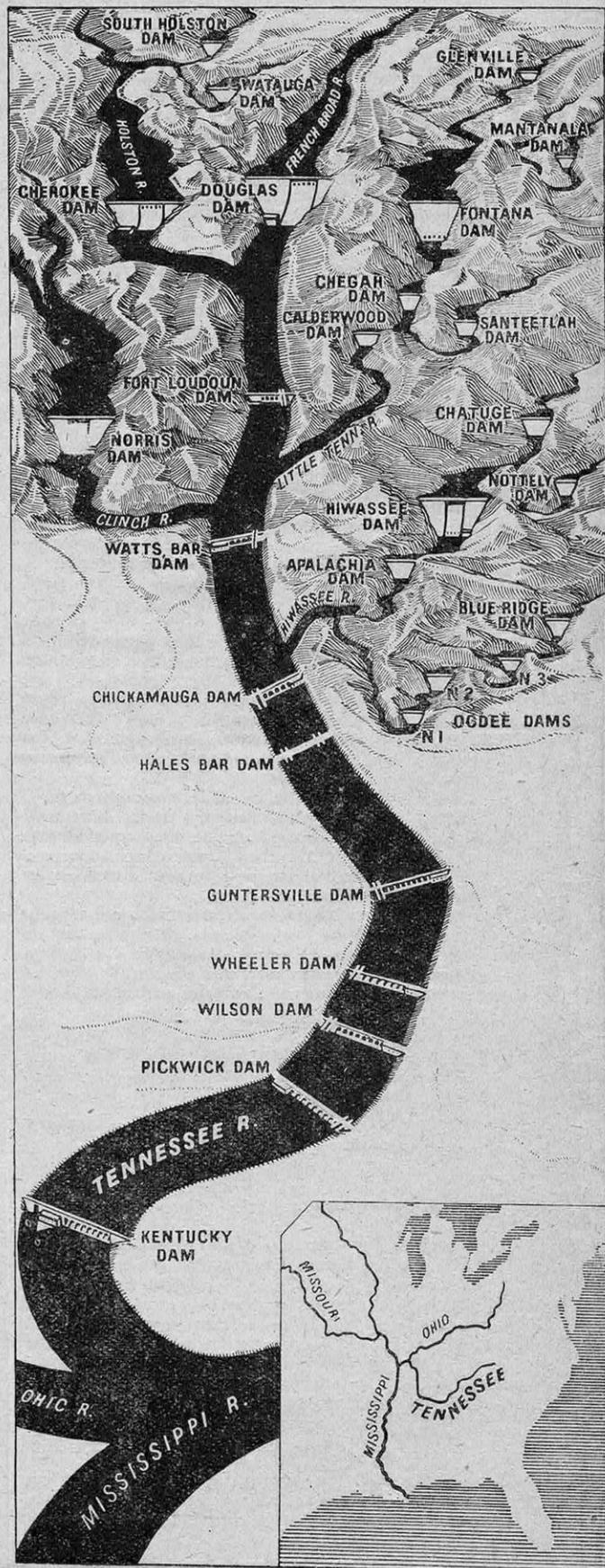


SCHÉMA DE LA DISTRIBUTION DES BARRAGES SUR LE TENNESSEE ET SES AFFLUENTS

chérit à Ducktown. Les salaires s'en ressentirent, qui durent être augmentés afin de retenir les ouvriers. La Société anonyme des cuivres de Ducktown constata, dès lors, que le respect de la nature aurait dû entrer dans ses devis initiaux, à la manière de ses autres coefficients financiers, et même au premier rang.

Pourtant il n'y avait aucune faute de la part des entrepreneurs, fait observer M. David E. Lilienthal. Il ne saurait être question ici d'une distinction morale entre « bad men » et « good men ». Le problème est plus élevé. Il concerne la totalité des habitants du district de Ducktown et, par delà, la nation tout entière : nul n'a aujourd'hui le droit de mettre en jeu les puissances de la technique moderne, sans examiner les conséquences d'ensemble de cette exploitation de la nature. La nature constitue un ensemble équilibré. Modifions cet équilibre pour l'améliorer, soit; ne le détruisons pas.

En l'espèce, la montagne, sa forêt, ses minerais, la rivière, les cultures, la ville enfin et ses habitants avec leur psychologie sociale et politique, tout cela constitue un ensemble vivant. Améliorer rationnellement la vie de cet ensemble, telle est la tâche d'homme d'Etat qu'inaugura Franklin D. Roosevelt avec, comme premier champ d'action, la vallée du Tennessee, l'expé-



rience devant se prolonger sur une douzaine environ d'autres vallées du même ordre de grandeur, sinon plus vastes.

La découverte d'un pays sur le penchant de la ruine, comme exutoire du chômage des hommes et de leur argent, tel fut le trait de génie de Roosevelt. Mais c'est la réalisation de l'idée qui, après dix ans d'exécution et de fonctionnement, apparaît comme un chef-d'œuvre.

La T. V. A. organisme vivant

Roosevelt et ses collaborateurs admirent d'emblée la nécessité de créer un organisme directeur qui rompt avec les traditions administratives. Cet organisme est aujourd'hui populaire dans toute l'Amérique sous les trois initiales T. V. A., littéralement : *Autorité de la Vallée du Tennessee*.

S'il s'était agi seulement d'exploiter une rivière en vue de bénéfices particuliers, la législation existante aurait suffi pour autoriser toute entreprise d'électrification ou d'irrigation, sur telle ou telle section de la rivière. Mais c'est l'ensemble d'un bassin fluvial qu'il s'agissait de vivifier, dans une synthèse d'intérêt national.

Deux écueils devaient être évités : d'une part, celui d'une entreprise d'Etat, paperassière, formaliste, toujours en retard d'une idée devant les difficultés imprévues ; d'autre part, celui de l'adjudication à une ou plusieurs compagnies privées qui auraient nécessairement resserré les dépenses pour accroître les bénéfices nets, alors que le seul profit attendu ici, d'ordre collectif, échappait à toute évaluation numérique. Le rappel à la vie de toute une contrée ne comporte aucun bilan chiffrable.

La T. V. A. réalisa ce double desideratum.

Véritable « état économique » dans l'Etat politique, cet organisme concentre tous les pouvoirs nécessaires à l'entreprise. Dans ces pouvoirs il fait un choix judicieux, se réservant d'exercer les uns et de déléguer les autres.

Les pouvoirs exercés directement concernent l'implantation des barrages, la détermination de leur nombre et de leurs caractéristiques ; l'expropriation des terrains. Pour réaliser le plan de premier établissement, l'autorité exécutive, haussée au niveau national, devait donc émaner du Congrès qui seul domine chacun des Etats fédéraux intéressés à l'entreprise : Kentucky, Virginia, North Carolina, Tennessee, Georgia, Alabama, Mississippi.

Mais une fois le barrage construit, rien n'empêche l'Etat sur lequel il est établi de prendre toute initiative concernant la distribution de l'eau et de l'énergie. Enfin, la concession des industries ou des établissements agricoles consécutifs à cette distribution peut être confiée à des syndicats locaux, élus par les intéressés à l'intérieur du « county » que nous appellerions en France « l'arrondissement », ou même simplement « le canton ». On conçoit que ce dessaisissement progressif de l'autorité centrale à mesure que se réalise le plan général, dont le but n'est autre que de mettre les richesses naturelles à la disposition des individus, ait été hautement qualifié de « démocratique ». Ainsi conçue, la démocratie économique se modèle sur la Nature elle-même. C'est une logique naturelle qui fait sa discipline. C'est celle d'un tronc initial sur lequel s'embranchent des ramifications plus souples qui se prolongent par des branchettes dont les rameaux terminaux jouissent enfin d'une liberté qui peut

aller et va réellement jusqu'à la fantaisie. Essentielle et d'abord autoritaire, l'organisation verticale s'étale donc progressivement en organisation horizontale, de plus en plus spontanée à mesure qu'on se rapproche de l'entreprise individuelle, ferme ou boutique. Et là règne la plus absolue des libertés, bien que toutes les ressources dont elles vivent (eau, électricité, engrais, usines de transformation, relations spirituelles suscitant l'imprimerie, le journal, les « bibliothèques roulantes », une nouveauté de la T. V. A.) dépendent de la décision initiale d'un petit nombre d'experts.

M. David E. Lilienthal cite une réclame de quatrième page du *Journal de Decatur* (Alabama) ainsi composée :

NOTRE FROMAGERIE

est

LA FILLE DU PEUPLE

et de la T. V. A.

Exact autant que lapidaire.

Ainsi, la décision des ingénieurs de la T. V. A. d'implanter ici plutôt que là l'un des seize barrages actuellement construits a bien recréé le facies économique autant que géographique du pays, par la seule méthode du coup de pouce dont certains philosophes s'avouent contraints d'attribuer l'invention à Dieu en personne, faute de pouvoir concilier la toute-puissance créatrice et l'exécution des détails de la création.

L'enrichissement des expropriés

Mais encore, comme il ne s'agissait pas ici d'une création de toutes pièces, comme il fallait rectifier d'abord le désordre préétabli par les hommes « libres », la T. V. A. rencontra des difficultés ignorées du Créateur. Par exemple, l'expropriation des fermes et, parfois, des villages entiers que le barrage condamnait à l'immersion, n'alla pas sans difficultés.

Plus de 8 000 exploitations fermières ont été expropriées depuis 1933 ; cependant 70 pour cent des familles ont accepté, satisfaites, les décisions des jurys locaux qui les transféraient sur de nouveaux terrains. Un point délicat se présenta dans le transfert des cimetières ; la T. V. A. accepta qu'en principe aucune tombe ne soit abandonnée au déluge artificiel. Le principe a été respecté. Le transfert de milliers de tombes et de centaines de cimetières a été effectué suivant les dispositions arrêtées par les familles ou les conseils de paroisse.

Le cas collectif de Guntersville, petite cité de l'Alabama, est caractéristique. Le barrage qu'on allait construire devait submerger l'un de ses quartiers industriels consacré au coton, principale récolte du cru. La consultation conjointe de la T. V. A., des intéressés, du conseil municipal et d'une délégation de l'Etat d'Alabama aboutit à la création d'une *commission urbaniste* pour dessiner la nouvelle ville en fonction des expropriations qui s'imposaient. Le résultat de ce travail collectif est qu'aujourd'hui son port, équipé d'une façon modèle pour la manutention du coton, fait de Guntersville une tête de ligne pour l'écoulement régional de ce produit. De plus, les parcs, terrains de jeux et quartiers résidentiels se trouvant séparés des quartiers industriels, les touristes viennent à Guntersville passer le *week-end*, ce qui ne gêne pas les autres affaires de la petite cité. Cet exemple, entre cent, indique l'aisance de pensée et la largeur de vue qui aiment ce qu'on pourrait

• appeler la plus grande entreprise socialiste de l'époque, la plus proche parente, en tout cas, des entreprises soviétiques à long terme, telle que l'équipement du Dniéper qui ménage également l'équilibre naturel des ressources exploitées.

Pour s'éclairer sur les différentes initiatives de la T. V. A., il faut les classer en cinq paragraphes concernant :

- 1° La reconstruction et la fertilisation du sol;
- 2° Les recherches techniques;
- 3° La consommation massive de l'énergie électrique;
- 4° L'aménagement fluvial contre l'inondation, pour la navigation, l'irrigation et le sport;
- 5° La coordination des efforts privés ou coopératifs.

La résurrection scientifique de la terre

Les deux tiers des matières premières traitées par l'industrie américaine proviennent de l'agriculture, et la moitié de ses ouvriers vivent de ce travail.

Ceci dit, les économistes de la T. V. A. eurent beau jeu pour alerter l'opinion contre ce qu'ils appellent avec raison « la banqueroute » du sol américain, dont nous venons d'apercevoir le processus mécanique. Mais il y faut ajouter le processus économique. La dévastation « économique » du sol n'est pas autre chose que son épuisement anarchique par la monoculture intensive des terres vierges, sans souci de les régénérer au moyen d'engrais chimiques rationnels.

La poussée agricole vers l'Ouest des premiers colons américains n'a été qu'une ruée vers des terres fertiles. Le prodigieux développement de la culture du coton dans les états du Sud, a fourni, c'est entendu, par l'industrie du coton « les frais de premier établissement » de la Nouvelle-Angleterre, grâce à un protectionnisme facile. Mais, à l'heure présente, les terres à blé et à maïs du *Middle West*, les terres à coton du Sud ont épuisé leur fertilité naturelle, et leurs populations payent lourdement les triomphes « économiques » des ancêtres. Il n'y a plus désormais aucun *Middle West* ni

aucun *Far West* à coloniser. Aux Etats-Unis, qui l'eût cru, autant qu'en Europe, « c'est le temps du monde fini qui commence », comme a dit Paul Valéry.

Prosaiquement, l'édification de ce « nouveau monde fini » se concrétise, par exemple, dans la puissante usine de *Muscle Shoals*. Déjà fondée en 1918 pour la fabrication des nitrates explosifs, la T. V. A. l'a transformée en usine d'engrais, avec le prodigieux coefficient de l'énergie fournie par les nouveaux barrages.

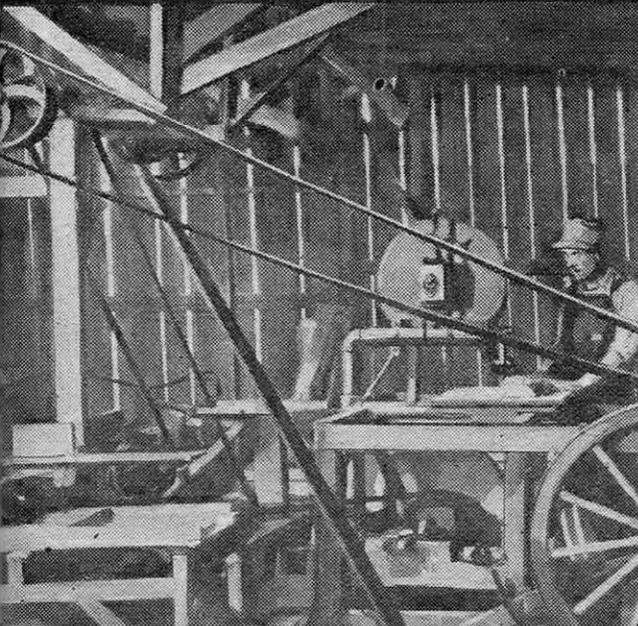
L'engrais azoté synthétique vient s'y combiner aux phosphates. Il en résulte le plus merveilleux engrais complet, aux effets « magiques », écrivent les techniciens, que l'agriculture ait jamais connu. C'est un produit cristallin d'une couleur ambrée, qui n'a pas été mis au point sans de longues recherches, baptisé *métaphosphate*.

A ce propos, c'est le mot « recherche » qui a pris, sous l'impulsion de la T. V. A., une signification assez différente du sens qu'y attachent d'ordinaire les laboratoires, fussent-ils des « stations » agricoles opérant sur planches de terrain savamment dosées en engrais. C'est par une expérience effectuée à grande échelle sur des fermes entières, de site varié, prises comme types, que l'engrais fut étudié.

Les fermes choisies, avec l'assentiment de leur propriétaire et, d'un commun accord, par la T. V. A. et le syndicat local, doivent disposer leur culture en tenant compte du conseil de « l'expert-délégué » de la T. V. A. Celui-ci et l'exploitant établissent donc la répartition des cultures de telle manière que soient sauvegardés : d'une part, un minimum de prairies artificielles (trèfle ou luzerne) destiné à protéger la terre contre l'érosion, hydraulique ou éolienne. et, d'autre part, un minimum de libre culture (blé, maïs). Il y a là comme une « équation d'équilibre », qu'il s'agit d'écrire pour chaque site particulier.

Ceci fait, le fermier « expérimenté » tient ses livres de compte à la disposition de tous ses confrères qu'intéresse l'expérience. Voilà, certes, qui n'est pas réalisable de sitôt dans nos campagnes françaises. Cependant voici un exemple — on ne peut rien expliquer, ici, que de spécifique — fourni par l'exploitation de

L'atelier entièrement électrifié, d'un mécanicien-charron, petit artisan de la Vallée du Tennessee



Le kaolin de la Caroline du Nord à l'essai au Laboratoire de Céramique de la T.V.A., à Norris



Auburn L. Robinette, dont le patronyme, même adulteré par le prénom bien américain, ne laisse pas de certifier qu'il s'agit d'un de ces colons de souche française si répandus dans les Etats du Sud, autour de la Nouvelle-Orléans.

Sa ferme, Robinette, âgé de 50 ans en 1940, l'avait payée, en 1920, 6 000 dollars dont 3 000 comptant, le reste en hypothèque. En 1928, c'est-à-dire en pleine crise agricole sévissant depuis 1921, Robinette, ruiné, l'offrit à qui la voudrait pour 2 500 dollars. Aucun acheteur ne proposant plus de 2 000 dollars, notre fermier l'abandonna. En 1935, Robinette reprit contact avec elle, grâce à la T. V. A. qui choisit ce cas, particulièrement critique comme test d'une démonstration dont voici le résultat.

Les recettes qui furent, au total, de 837 dollars en 1935, s'élevèrent en 1939 à 1 231 dollars. Dès 1935, on offrait à Robinette d'acheter sa ferme 6 370 dollars; mais, en 1939, s'il l'avait voulu vendre, c'est 8 480 dollars qu'il eût retirés. En 1935, Robinette devait 2 500 dollars au Crédit foncier local; en 1939, il lui restait seulement 48 dollars d'hypothèque.

Cependant, en 1935, la ferme Robinette se présentait avec 14 acres d'emblavures produisant 198 boisseaux, tandis qu'en 1939, ses emblavures réduites à 12 acres fournissaient 440 boisseaux: 74 acres de cette terre ayant été mises en prairies, le cheptel, par voie de conséquence, a doublé (1).

Anciennement composée de deux pièces, la maison d'habitation en a cinq maintenant, et repeintes de neuf, soigneusement électrifiées pour l'éclairage comme pour la cuisine, avec une cave en béton, une bergerie et des clôtures respectables. Les dépenses du fermier sont passées, durant le même temps d'expérience, de 547 dollars à 786, pour le plus grand bien du commerce local.

Quant à la nourriture de sa famille (onze

(1) Ces chiffres, ainsi que ceux indiqués plus loin, étant donnés pour souligner les résultats obtenus, et seuls leurs rapports présentant de l'intérêt, nous n'avons pas cru devoir les traduire dans le système métrique. Indiquons, à titre documentaire, que l'acre vaut 4 047 m², le boisseau 35,2 litres, le gallon 3,8 litres, la livre 0,454 kg.

personnes), le tableau page ci-contre montre avec éloquence combien le ménage était sous-alimenté jusqu'à l'avènement de la T. V. A.

Ce résultat n'a coûté à la T. V. A. que 400 dollars d'engrais phosphaté pour la période entière (1935-1939). Et la ferme, saturée, se trouve engraisée pour 4 ou 5 ans, au cas où — chose bien improbable après de tels résultats — Mr. Robinette croirait devoir suspendre ce genre de dépenses, maintenant qu'il a repris la libre disposition de son domaine.

Le coût administratif de l'expérience a été d'une centaine de dollars pour la rémunération des agents de la T. V. A. et de l'Université d'Etat qui dirige ces études. Pour sa part de revenu, Robinette a reçu 353 dollars, sur le bénéfice-argent de l'exploitation, chiffre qui, estime-t-on, serait inférieur de 137 dollars au revenu que doit fournir l'exploitation dans son régime normal, actuellement acquis.

L'exemple d'une telle « remise à flot » s'est répété sur 97 fermes d'expérience prises en charge par l'Université du Tennessee en 1935. Ces fermes ont commencé par dépenser, en 1935, 230 dollars de machines par 100 acres, pour finir avec 384 dollars en 1938. Leur revenu est monté de 693 dollars par 100 acres, en 1935, à 905 dollars en 1937 et 794 dollars en 1938.

De semblables études ont été faites par l'Alabama Polytechnic Institute sur 20 cantons très divers de l'Etat. Dans 10 de ces cantons où l'on utilisait les phosphates suivant le programme de la T. V. A., leur consommation, suscitée par l'exemple de la réussite, s'est élevée à 11 034 tonnes — dont 1 963 seulement fournies par la T. V. A., le reste étant importé à la demande spontanée des fermiers. Dans 10 cantons similaires, privés de fermes de démonstration, la consommation des phosphates n'a atteint que 830 tonnes. Autrement dit, l'activité animatrice de la T. V. A. a suscité un accroissement de consommation d'engrais s'évaluant par le coefficient 11.

La région intéressée par la T. V. A. et ses statistiques comprend 27 000 fermes. Les Etats-Unis en comptent 6 millions. Comme on voit, le travail de restauration ne fait que commencer. On est fondé à croire que le « nouveau monde

Une batteuse économique, création de la T. V. A., est mise à l'essai dans une ferme d'expérience



Une armoire frigorifique coopérative fréquentée par les cultivateurs de Kensington (Géorgie)



La famille, de 11 personnes, consomma		en 1935	en 1939
Oeufs..... douzaines .		40	100
Pommes de terre douces	boisseaux .	15	25
— irlandaises.....	—	20	30
Lait.....	gallons ...	700	1 000
Volaille.....	têtes	50	80
Porc.....	livres	1 000	1 200
Moutons.....	—	Néant.	80
Blé.....	boisseaux .	11	45
Miel.....	livres	Néant.	25

CONSUMMATION D'UN FERMIER ET DE SA FAMILLE AVANT ET APRÈS L'AVÈNEMENT DE LA T. V. A.

fini » du poète est d'un avenir au moins aussi grand que celui de « l'ancien » Nouveau-Monde. Historiquement, son Christophe Colomb s'appellera Franklin Delano Roosevelt.

Les recherches techniques de la T. V. A.

Depuis 1939, les fermiers de Cleveland (Tennessee) expédient par camions un minimum de 40 tonnes de fraises au frigorifique de la ville. Séjournant seulement 6 minutes, en roulement continu, dans les réfrigérants proprement dits, les fraises s'y trouvent aussitôt transformées en une jonchée de rubis qui défie les manipulations mécaniques les plus brutales. Triées sur tapis roulant calibré, elles sont versées dans d'autres camions calorifugés. Ceux-ci vident à leur tour leur rutilante cargaison dans des chalands frigorifiques qui s'acheminent vers le Nord ou le Sud. Et c'est toujours sous forme de pierres précieuses que la ménagère de Chicago ou de Saint-Louis reçoit les fraises de Cleveland, intactes et restituant tout leur arôme dans la tiédeur décongelante de l'office. Cette méthode de *quick-freezing*, exige la mise au point, difficile, d'appareils dont les brevets appartiennent au laboratoire universitaire qui « travailla » le problème pour la T. V. A. Les professeurs américains et leurs collaborateurs étudiants ne dédaignent pas ce profit commercial collectif. Les Universités américaines n'en travaillent pas moins « scientifiquement ».

Les petits pois sont traités comme les fraises. Leurs plantes enrichissent le sol d'azote, étant des légumineuses (1). Les fraisiers ont une autre fonction : leur végétation rampante défend les terres contre l'érosion. Le « cycle », scientifique, industriel, agricole se trouve affisi bien fermé, à l'exemple des cycles naturels du carbone et de l'azote. Du reste, le *metaphosphate*, engrais complet et créature lui aussi des laboratoires de la T. V. A., n'apporta-t-il pas également un perfectionnement au cycle naturel de l'azote? Il y insère les fossiles ainsi rappelés à la vie — du moins à la vie sociale.

Les recherches industrielles de la T. V. A. ne suivent aucun programme d'ensemble : tout y est problème spécial. Après les petits pois et

les fraises, c'est le tour du lin, du sorgho... Comme résultats pratiques, ce sont tantôt le *séchage électrique* du foin, problème capital pour qui veut soustraire ce « pain du troupeau » aux caprices atmosphériques du temps de la récolte; tantôt la *cuisson* non moins *électrique* des graines de coton dans un appareil à haute pression pour l'extraction optimum de leur huile et tantôt l'apparition d'une batteuse électrique, souple et robuste, capable d'opérer en pleins champs.

La prospection minière, comme on pense, n'a pas été négligée : 75 minerais différents ont été situés dans le bassin du Tennessee, dont le fer, le cuivre, le feldspath, le zinc et le précieux charbon. Une matière première comme le kaolin, déjà remarquée par les colons de la première heure, n'avait jamais donné lieu à une exploitation rémunératrice; les porcelaines obtenues étaient médiocres. Pris en mains par la T. V. A., le raffinage du kaolin, appuyé d'études sur sa cuisson électrique au laboratoire spécial de *Norris*, permet aujourd'hui aux fabriques de la Caroline du Nord d'envisager une industrie de la porcelaine capable de tenir tête aux importations de Chine et d'Angleterre. En 1940, 16 000 tonnes de kaolin raffiné sortirent de l'usine de *Spruce Pine*. Après la guerre, ce chiffre, prévoit-on, sera quintuplé.

Il est inutile de multiplier ces exemples; leurs indications suffisent pour nous introduire de *plano*, dans le troisième chapitre de l'activité de la T. V. A.

Consommation massive de l'électricité

Voici l'atelier du charron villageois W. C. Collin. Les anciens établis, mus à l'essence, dépensaient 4,50 dollars par mois. Electrifié, avec un outillage plus robuste, moins cher, plus commode, plus propre, ignorant la panne comme les frais abusifs d'entretien, il ne dépense que 1,50 dollar.

La moindre ferme est pareillement sollicitée d'électrifier son petit et son gros outillage, les coupe racines, la pompe, le treuil de labour... La Georgie comptait, il y a dix ans, une ferme électrifiée sur 36; elle en a maintenant une sur cinq.

L'électricité ménagère ruisselle à son tour dans des millions de fourneaux, de grils, de bouil-

(1) Voir : « Les légumineuses et la fatigue du sol » (*Science et Vie*, n° 322, juin 1944, p. 234).

loires, de chaudières-radiateurs-chauffe-bains, de frigidaire, de postes de radio...

Quel a été le rôle de la T. V. A. dans la diffusion de ce torrent d'électricité et quel fut celui des réseaux autonomes?

A l'annonce, en septembre 1933, que la T. V. A. allait offrir le courant à des tarifs de 50 pour cent inférieurs à ceux des Compagnies déjà installées, l'une d'elles, la *Tennessee Electric Power Co*, dut abaisser le prix de son courant tout en demeurant au-dessus du prix de la T. V. A. — un accord étant intervenu entre la Compagnie privée et l'en reprise d'Etat qui, noblesse oblige, ne prétend écraser aucune industrie existante. L'année 1934, qui suivit l'accord, la *Tennessee Power* vit le nombre de ses abonnés s'accroître plus qu'il n'avait fait dans les six années précédentes.

Le Tennessee comportait déjà 5 barrages hydroélectriques à l'avènement de la T. V. A. qui en a construit 16. Il fallut unifier la distribution, afin d'éviter les lignes superflues, et généraliser l'accord abaissant les tarifs. C'est aujourd'hui chose faite. Les résultats pratiques font chaque année l'objet d'un rapport spécial au Congrès fédéral, que nous ne saurions détailler ici : tout le monde reconnaît aujourd'hui que l'organisme d'Etat a vu plus juste, en matière de production et de consommation électriques, que n'importe quel conseil d'administration particulier. M. David E. Lilienthal a montré que les seuls bénéfices annuels réalisés par la vente du courant de la T. V. A., soit 12 millions de dollars, suffiraient pour amortir en 60 ans, délai normal, la totalité des capitaux engagés par le Congrès, sans parler, bien entendu, de l'appui donné à l'économie de guerre, de 1940 à 1945, par les industries chimiques, d'aviation, de constructions navales, directement issues de la T. V. A. Quoi qu'il en soit, les 4 500 000 habitants de la Vallée, qui consommaient 400 kWh par tête en 1933, consomment actuellement 2 400 kWh.

Une conséquence bien connue de la vente à bas prix de l'énergie est l'essor parallèle de la vente des appareils d'utilisation. Voici ce qu'il a été : en 1933, la *Tennessee Electric Co* vendait, en moyenne, ni plus ni moins d'appareils que les autres Compagnies américaines. Dès la première année d'application des nouveaux tarifs, l'*Institut Edison* lui décernait la distinction honorifique qu'il réserve aux records industriels : en effet, bien que figurant seulement au trentième rang du chiffre d'affaires, sur le registre national, la *Tennessee Electric Co* avait vendu le plus grand nombre de fourneaux électriques, tout en arrivant seconde pour la vente des frigidaire et troisième pour celle des chauffe-eau. En d'autres termes, cette Compagnie, avec moins de 100 000 abonnés dans une région de petits revenus, dépassait la vente de Compagnies opérant dans les riches régions de New York et de l'Illinois, pourvues d'une clientèle incomparablement plus nombreuse. Les mêmes résultats ont été obtenus par les entreprises similaires de la Vallée du Tennessee, notamment par la *Georgia Power Co* qui vendit, dès la première année du nouveau régime, plus de frigidaire qu'aucune autre Compagnie, tout en se classant première pour la vente des chauffe-eau et seconde pour celle des fourneaux — ce qui représente des accroissements respectifs de 176, 576 et 1 472 pour cent, relativement à ses ventes antérieures.

De ce résultat, M. David E. Lilienthal conclut que, si les Etats-Unis voulaient généraliser, soit

par l'initiative intelligente des entreprises privées, soit par mesures légales d'ordre fédéral, la politique électrique de la T. V. A., c'est un capital d'un milliard de dollars qui devrait immédiatement s'investir au service de la seule électricité ménagère, à raison de 50 dollars par usager.

En tant qu'expérience économique, la T. V. A. prouve donc, au monde entier, que l'électrification rationnellement conduite est bien une force quasi vivante, puissant agent de diffusion de notre civilisation mécanique, et aux Etats-Unis, en particulier, que leur énergie naturelle la plus précieuse n'est pas le pétrole, dont les années d'exploitation sont comptées, ni même la houille, matière première chimique, plus encore que combustible, dont le stock n'est pas davantage inépuisable, mais bien l'électricité de son réseau fluvial, dont la *Tennessee River* n'est, au demeurant, qu'un simple rameau.

Le double triomphe de la T. V. A. : tout en maîtrisant un fléau, l'inondation, elle irrigue les cultures, assure la navigation et fait la joie des sportifs

Libérée de toute préoccupation mercantile, la T. V. A., loin d'établir ses barrages en vue du meilleur rendement électrique, les a disposés de manière à régulariser d'abord le cours des eaux.

Certes, il eût été, dans certains cas, plus profitable d'établir un seul barrage à chute plus élevée sur une section fluviale où maintenant il s'en trouve deux ou trois. Mais l'espacement des 21 biefs établis, sans parler de quelques autres restant à construire sur les affluents, a été calculé de manière à former un escalier que les eaux ne peuvent plus dévaler en cascades anarchiques provoquant des crues aussi violentes que subites. De nombreuses jauges installées le long de la rivière et de ses affluents et des stations pluviométriques réparties sur tout le bassin, fournissent au bureau central de Knoxville les renseignements qui lui permettent de surveiller et même de prévoir les variations du flot en chaque point du parcours. Et le *dispatcher* hydraulique, dont la fonction distributive vient doubler celle bien connue de son confrère électricien, peut, par télécommande, fermer par exemple, les écluses du *Norris Dam* ou du *Douglas Dam*, ouvrir celle de *Guntersville* ou de *Chickamauga* suivant les nécessités de l'heure et même du quart d'heure. Bloquées ou libérées par ce geste, les eaux du Tennessee s'assagissent; non seulement elles ne dévastent plus, mais elles régularisent, autant qu'elles peuvent, le cours inférieur du Mississippi, dont l'inondation de 1936, entre autres, causa plus d'un demi-milliard de dollars de dégâts répartis sur 13 états différents. En 1937, le barrage *Norris* seul terminé, put réduire la crue de l'Ohio de 1.20 m à *Chattanooga* et de 18 cm plus en aval, à Cairo. Ces 18 centimètres sauvèrent la ville de l'immersion; ils représentaient à peu près exactement la marge qui sépara la crue maximum du sommet de la digue protectrice.

Le barrage de *Kentucky*, géant de la série qui doit créer un lac d'une superficie de 500 000 m², pourra réduire de 70 cm les plus hautes eaux du Mississippi inférieur, que le système total des barrages réduira finalement de 1 m. Et cela suffira pour économiser annuelle-

ment 10 millions de dollars aux Chemins de fer de l'Illinois, ainsi qu'aux deux autres Compagnies ferroviaires desservant cette région périodiquement dévastée.

Oùtre cette régulation du cours inférieur, simplement protectrice, les barrages remplissent une fonction agricole positive, d'irrigation, analogue à celle de l'antique lac Moeris qui mettait en réserve les eaux excédentaires du Nil pour les restituer en temps de sécheresse.

Et, par les écluses reliant les plans d'eau successifs, la navigation souvent conduite très haut en amont se trouve secourue en aval par un mécanisme régulateur inverse de celui qu'on applique aux inondations. Par suite de la sécheresse, en 1939, l'Ohio et le Mississippi auraient dû suspendre le trafic si le barrage Norris, lâchant ses réserves, n'était venu rétablir leur flot minimum.

Ecrive en fonction d'un temps dont les périodes peuvent aller de l'heure à la journée, à la semaine et au mois, l'équation à trois variables régulatrice de l'inondation, de la navigation et de l'énergie électrique, mesure à nos yeux les responsabilités encourues par le dispatcher de Knoxville. Ce sont les mêmes, singulièrement amplifiées, qui faisaient autrefois du « maître des eaux » de Grenade, un souverain « économique » mieux obéi, souvent plus respecté, que Boabdil ou son successeur Ferdinand, simples monarques « politiques ».

Un dernier facteur de prospérité consacre les barrages de la T. V. A. : c'est le tourisme, accompagné du sport. Le rapport du 15 janvier 1940, transmis au président du Congrès, signale que par centaines de mille les touristes viennent pêcher, nager, ramer, faire du yachting sur les nouveaux lacs artificiels « les plus beaux d'Amérique », aux alentours reboisés par les soins de la T. V. A. dont les pépinières ont déjà fourni plus de 150 millions d'arbustes au renouvellement du paysage.

Le Norris Dam portait 800 bateaux de plaisance en 1937; il en compte maintenant 1 804, d'une valeur totale de 340 000 dollars. Au total, c'est 25 millions de dollars que dépensent annuellement les touristes dans l'Etat du Tennessee, tandis que, grâce à une pisciculture

savante, la pêche fluviale y a pris l'allure d'une industrie alimentaire. Le Tennessee civilisé nourrit actuellement dix fois plus de poisson que l'ancien fleuve sauvage.

La leçon économique de la T. V. A.

Ayant clos le tour d'horizon des activités de la T. V. A., un dernier point doit fixer notre attention : quelle est leur résonance sur l'ensemble de l'économie américaine?

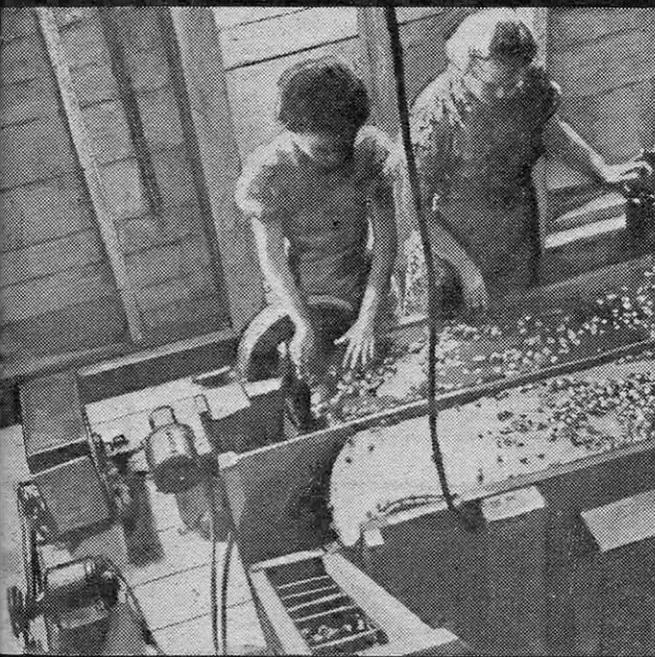
Cette résonance prend deux aspects : l'un quantitatif, qui pourrait être celui de la concurrence faites aux entreprises privées par l'entreprise d'Etat, si l'autre aspect, qualitatif, ne nous donnait précisément à réfléchir sur ce mot de concurrence; s'il ne nous invitait à considérer le chef-d'œuvre de Roosevelt comme réalisant la première esquisse d'une économie positive, rationnelle.

Quantitativement, il peut sembler que la production de courant et d'engrais, l'ouverture de nouvelles mines par un organisme d'Etat puisse modifier l'équilibre économique d'un pays dont la règle sacro-sainte se résumait d'un mot : *libre entreprise*.

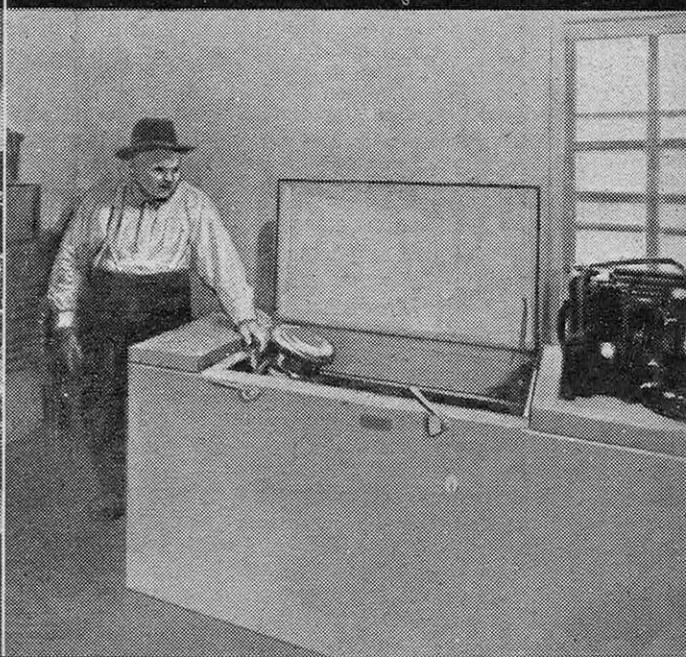
De quel poids, par exemple, les dépenses nécessitées par les travaux de la T. V. A. ont-elles pesé sur le contribuable?

A cette question, la réponse est immédiate. M. David E. Lilienthal, dans son rapport au Congrès, daté de février 1945, met en contraste les dépenses de la T. V. A. financées par l'Etat et ses dépenses couvertes par des emprunts directs, rémunérés au moyen de ses propres revenus. En 1936, la T. V. A. n'encaisse que 2 114 296 dollars de revenus, tandis qu'elle coûte 52 727 619 dollars au budget fédéral. En 1945, ses revenus propres s'élèvent à 59 477 000 dollars tandis que la subvention d'Etat s'abaisse à 29 012 000 dollars. Et pour 1946, M. Lilienthal ne demande au Congrès que 9 850 000 dollars de subvention. Autrement dit, la T. V. A. est sur le point de « proclamer son indépendance » vis-à-vis de Washington comme des sept états fédérés. Et c'est là un fait essentiel dans l'histoire économique du monde. Sur l'impulsion

"Quick-Freezing" (congélation rapide) des fraises, par l'équipement loué aux fermiers par la T. V. A.



Le froid à la ferme : l'armoire frigorifique ou un petit producteur conserve ses produits laitiers



géniale de Franklin D. Roosevelt, une assemblée politique, le Congrès américain, aura créé un état économique, sans frontières, et néanmoins indépendant. L'expérience Roosevelt aura mis sur pied un capitalisme nouveau qui n'est pas à proprement parler un capitalisme d'Etat puisqu'il se détache finalement du budget national, mais qui n'en doit pas moins son existence à l'initiative de l'Etat.

D'autre part, ce capitalisme ne prend pour objectifs aucun de ceux que s'étaient donnés les anciens trusts; il n'accapare ni l'électricité, ni aucune culture, ni aucune matière première. Sitôt déclenchée l'énergie motrice, sitôt organisé le contrôle hydraulique de tout un bassin fluvial, il ne songe qu'à se dessaisir des sources de bénéfices au profit d'une « démocratie économique » vivant d'impondérables initiatives privées. Aussi bien est-ce la solution du problème de « coordination » que les économistes de la T. V. A. — ne les accablez pas du titre, mal porté, d'économistes — considèrent avec M. Lillienthal comme leur apport le plus essentiel. A l'opposé d'une bureaucratie centralisée, l'organisme qu'ils ont créé décentralise et oriente simplement.

Orientant d'abord les énergies de la nature et puis l'énergie des personnes en substituant d'innombrables profits individuels, facteurs de consommation, aux profits massifs de l'ancienne production capitaliste, profits qu'elle s'avérait elle-même incapable de résorber (la « crise » de 1921 à 1931, n'a-t-elle pas été de surproduction et d'engorgement des marchés?) la nouvelle activité économique de l'Etat prend dès cet instant l'aspect, familier aux chimistes, d'une catalyse.

Si, pour finir, nous tournons notre regard vers les entreprises de l'Union Soviétique, d'aspect si nettement rooseveltien, telles que cet équipement du Dnieper (également dominé par le

souci d'harmoniser les diverses exploitations du bassin, l'un des plus riches du monde) nous n'avons pas grand mal à concevoir que, sitôt après la clôture de leur travail de guerre, les entreprises ne sauraient avoir elles non plus, d'autres débouchés que les consommations individuelles.

La « démocratie » américaine ira-t-elle donc rejoindre le « Communisme » russe?

En 1859, au terme de son ouvrage « *De la démocratie en Amérique* », Alexis de Tocqueville écrivait : « Il y a aujourd'hui sur la terre deux grands peuples qui, partis de points différents, semblent s'avancer vers le même but : ce sont les Russes et les Anglo-Américains. » Pour fonder cette extraordinaire prophétie, Tocqueville n'avait pourtant sous les yeux que l'œuvre, encore en gestation, d'un Lincoln préparant la libération des esclaves noirs, et celle d'Alexandre II préparant, de son côté, lui aussi au prix de sa vie, l'abolition, du servage dans les grands domaines de Russie. Si Tocqueville pouvait aujourd'hui relire son texte en fonction de ce qu'ont réalisé Franklin D. Roosevelt et Joseph Staline, y changerait-il un mot?

Et nous, Français, les fameux « cartésiens », que pourrions-nous ajouter de clair et de distinct au texte de notre ancêtre perspicace, si ce n'est que « partis de points différents », comme dit Tocqueville, les deux évolutions pratiquent, chacune à leur manière, le mot d'ordre d'Auguste Comte : « à la concurrence substituer le concours ».

La guerre de Sécession américaine (1860-1865) supprima l'esclavage institué par les hommes. Celle-ci doit triompher de l'esclavage que les machines feraient subir à l'humanité si leur puissance colossale n'était pas humainement dirigée.

Jean LABADIÉ.

✦ Voici deux erreurs courantes relatives au sexe féminin contredites par l'observation, mais qui auront sans doute cours longtemps encore :

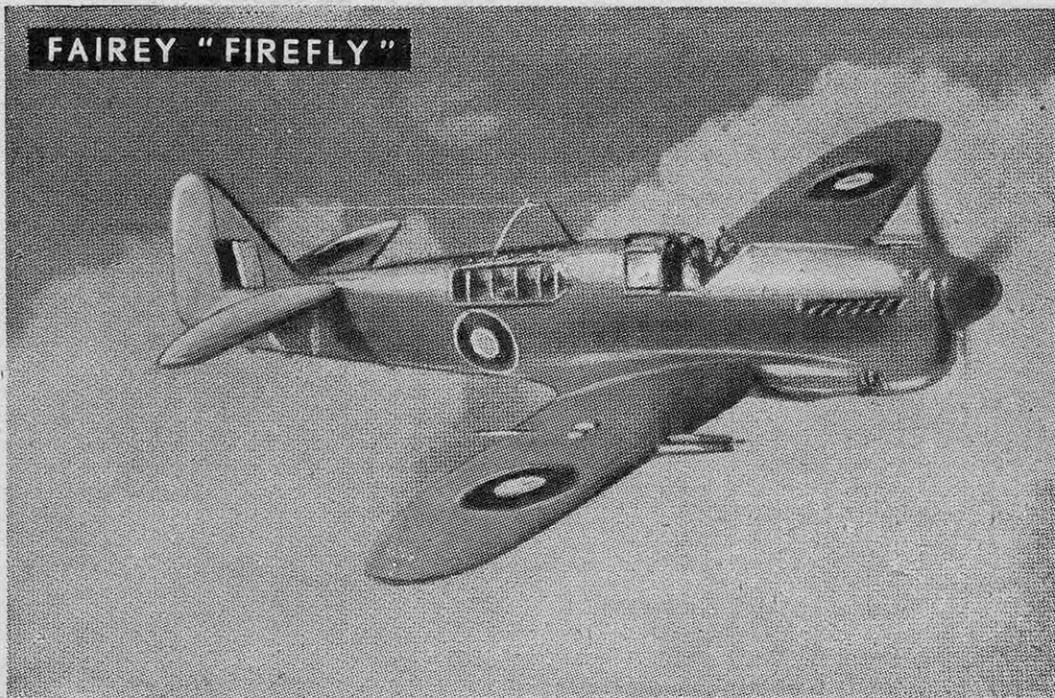
— la moindre résistance nerveuse de la femme comparée à celle de l'homme : lors des bombardements de Londres, 70 % des cas de choc nerveux ont été observés chez les hommes;

— chez les peuples sauvages, la maternité serait supportée avec autant de facilité que chez les animaux. Il n'en est rien, et la femme sauvage ne se rétablit pas plus vite ni mieux après une naissance que la femme civilisée.

✦ On peut faire revivre des organismes solidifiés par le froid à condition que la réfrigération soit très intense et très brusque. C'est ainsi que le petit ver qui se rencontre souvent dans les tonneaux de vinaigre (*anguilulla aceti*) supporte d'être solidifié dans l'air liquide. Les températures les plus nocives sont celles comprises entre 0° et -40° C. Un refroidissement beaucoup plus intense est beaucoup mieux supporté, pourvu qu'il soit très brusque.

✦ L'urée est habituellement considérée comme une substance de déchet, pour les animaux supérieurs tout au moins, et chacun sait les accidents graves qui accompagnent son accumulation dans l'organisme. Elle peut cependant jouer un rôle utile. C'est ainsi que les agneaux soumis à un régime alimentaire pauvre en éléments azotés et incapable d'assurer la croissance reprennent un développement satisfaisant si l'on ajoute à leurs aliments environ 4 % d'urée.

FAIREY "FIREFLY"



Le Fairey « Firefly » est un appareil à missions multiples de la « Fleet Air Arm » britannique, qui peut être soit chasseur, soit appareil de reconnaissance, soit bombardier. C'est ainsi que les « Firefly » de l'« Indefatigable » ont incendié à la bombe-jusée les raffineries de pétrole de Sumatra. Le moteur est un Rolls-Royce « Griffon II B » de 1740 ch. L'armement comprend 4 canons de 20 mm. L'appareil se signale par un écart de vitesse très grand dû à des dispositifs hypersustentateurs Lockheed à très grande portance maximum.

L'AVION TOUTES MISSIONS

par Camille ROUGERON

Les progrès de la technique aéronautique, au cours de ces dernières années, ont porté surtout sur les moteurs. Leur puissance unitaire est passée, en dix ans, de 800 à 1 500 ch pour ce qui concerne les fabrications de série. Aujourd'hui paraissent des prototypes des moteurs à explosion allant jusqu'à 3 500 ch et des propulseurs à réaction à grande puissance, en attendant que la mise au point de la turbine à gaz permette d'atteindre les 10 000 chevaux. Une conséquence inéluctable de cette évolution sera de renouveler entièrement les matériels de l'aviation militaire parmi lesquels le monomoteur de très grande puissance, poursuivant l'orientation amorcée au cours de cette guerre par la création des chasseurs-bombardiers, semble promis à l'avenir le plus brillant. Ce sera là l'avion toutes missions, capable, avec des variantes de détail dans son équipement, d'effectuer les bombardements stratégiques, les bombardements tactiques (missions d'assaut ou d'attaques en piqué des objectifs terrestres et navals), de remplir les missions de reconnaissance sur terre comme sur mer, et même d'assurer les transports de personnel ou de matériel.

Il semble bien que c'est à Douhet (1) qu'il faille faire remonter l'idée de constituer l'ossature d'une aviation par un type d'appareil apte à des missions variées. Son « croiseur aérien », qui convenait à la fois au combat et au bombardement, a remporté un succès incontestable auprès des auteurs de programmes.

(1) Le général italien Douhet a émis il y a quinze ans une doctrine de la guerre totale où il assignait à l'aviation de bombardement le rôle

L'aviation française a été la première à s'en inspirer avec ce que l'on a appelé le « multiple de combat », dont les premiers appareils entrèrent en service en 1935. L'aviation allemande étudia, presque aussitôt après, plusieurs types analogues, qui ne connurent point la construction de série. Avec le premier modèle principal dans la recherche de la victoire. Il préconisait pour l'offensive aérienne des « croiseurs aériens » lents, puissamment pourvus d'armes de défense contre les chasseurs adverses.



Le Boeing B-29 « Superfortress » est l'avion qui a bombardé le premier Tokio, d'abord à partir de Saïpan (Iles Mariannes), puis à partir des bases plus avancées occupées par la suite. Les premiers bombardements ont été exécutés sans accompagnement de chasse, avec des pertes acceptables, malgré l'intensité de la réaction japonaise. Les pertes ont fortement diminué depuis que la conquête d'Iwo-Jima et d'Okinawa a permis de donner une escorte de chasseurs North-American « Mustang ». L'envergure est de 42,35 m, la longueur de 27 m, la hauteur de 8,10 m. Les quatre moteurs Wright-Cyclone de 18 cylindres et 2 200 ch lui donnent une vitesse d'environ 450 km/h avec un plafond de 9 000 m. L'armement en nombreuses tourelles de 12,7 mm est partiellement télécommandé à partir de postes de conduite en cabine étanche.

de ses « forteresses volantes », qui apparut en 1936, l'aviation américaine n'était pas très éloignée du type conçu par Douhet, qu'elle orientait toutefois vers une vitesse plus élevée et un armement moindre; mais, sous l'influence des commandes de la R.A.F., le constructeur transforma sa réalisation première et en fit l'un des appareils les plus puissamment armés qui fussent. Enfin, l'aviation britannique établissait vers la même époque un programme de bombardiers quadrimoteurs qui n'est autre que celui des avions lourds actuels de la R.A.F., et qui était, au moment où il fut conçu, la mise en œuvre la plus heureuse des idées de Douhet.

Si le principe même de l'avion utilisable à plusieurs fins, en l'espèce au combat et au bombardement, paraissait parfaitement acceptable, on pouvait discuter la formule du « croiseur aérien » à nombreux équipage, armement de défense puissant et vitesse relativement faible que préconisait Douhet. Dès 1934, nous avons opposé à la formule du « croiseur aérien » celle du « chasseur-bombardier », sous la forme de l'avion de chasse emportant sous le fuselage ou les ailes des bombes en surcharge. Ce type d'appareil nous semblait le seul capable d'exécuter sa mission de bombardement et de combattre l'avion d'interception.

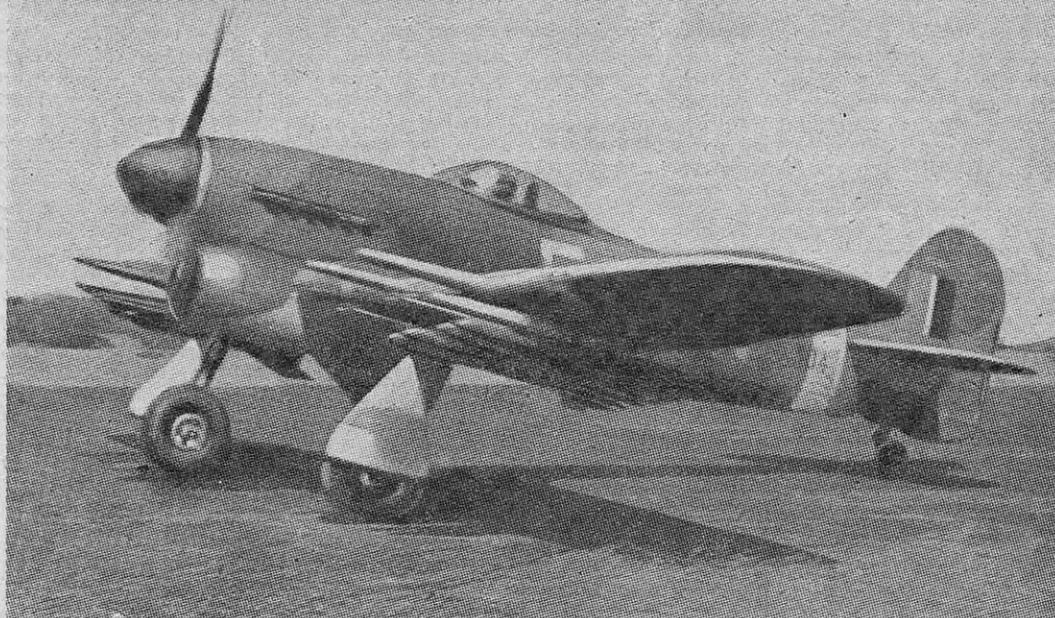
La formule du chasseur-bombardier n'a guère connu de succès au début. Tout au plus peut-on lui attribuer quelque part dans l'abandon de la formule Douhet par les aviations française et allemande. La première renonça

assez rapidement à ses « multiplaces de combat » en faveur de bombardiers rapides, dont les premiers exemplaires ne sortirent d'ailleurs qu'en 1939 et 1940. L'aviation allemande accepta, avec le Dornier Do 17, le même bombardier rapide. Mais, dans une mission qui s'accommodait cependant au mieux du chasseur-bombardier, la mission d'assaut, la Luftwaffe persista dans un type d'appareil spécialisé, à peu près inapte au combat aérien, et guère plus apte à la défense contre la D.C.A. rapprochée, qui était le Junkers Ju 87. Elle y consomma d'ailleurs, de 1940 à 1942, la plus grande part de ses effectifs. Au surplus, elle ne réussissait pas mieux avec le bombardier rapide, formule « juste milieu » entre le bombardier lourd et le chasseur-bombardier, qui cumulait les inconvénients de l'un et de l'autre sans en avoir les avantages.

Le chasseur-bombardier apparut vers la fin de la bataille d'Angleterre. La Luftwaffe, après avoir perdu des milliers de Do 17 et de Ju 87, se décida à monter une bombe sous le fuselage d'un chasseur Messerschmitt Me 109. La R.A.F. suivit, avec ses Hawker « Hurricane » transformés en « Hurribomber », puis les aviations soviétique, allemande, italienne, américaine et japonaise.

Presque tous les chasseurs terrestres sont aujourd'hui adaptables soit au lancement des bombes ordinaires, soit au tir des bombes fusées. Certains même sont tellement adaptés aux missions de bombardement qu'on commence à oublier leur origine; il n'est peut-être pas inutile

HAWKER " TYPHOON "



Le Hawker « Typhoon » est un avion à moteur Napier « Sabre » de 24 cylindres en H, donnant plus de 2 200 ch. Sa vitesse dépasse 650 km/h et son plafond 12 000 m. C'est le premier avion allié qui ait été employé en grande série comme lance-fusées, ce qui lui a valu des succès remarquables, notamment l'an dernier, en Normandie, contre les chars allemands. En chasseur, l'appareil porte soit 12 mitrailleuses de 7,7 mm, soit 8 mitrailleuses de 12,7 mm, soit 4 canons de 20 mm. En lance-fusées, il porte 4 canons de 20 mm et 8 fusées chargées chacune à 27 kg d'explosif. En bombardier, il porte 4 canons de 20 mm et 2 bombes de 450 kg.

de rappeler que les De Havilland « Mosquito », avec leurs bombes de 2 000 livres (906 kg), sont la version de bombardement d'un chasseur à grand rayon d'action.

Aucune des deux formules, celle du bombardier lourd à armement de défense puissant, et celle du chasseur-bombardier à armement de défense nul, n'est encore parvenue à éliminer l'autre. Peut-être en conclura-t-on qu'elles ont l'une et l'autre leurs mérites, et que leur maintien côte à côte prouve une fois de plus l'erreur des affirmations tranchantes et des solutions qu'on prétend exclusives. Mais un matériel de guerre n'est pas justifié pour la seule raison qu'il réussit à se maintenir. Combien d'armées avaient, en 1939, plus de régiments de cavalerie que de régiments de chars? Combien de marines possédaient presque autant de croiseurs et de contre-torpilleurs que d'avions? Le demi-échec ou le demi-succès de chacune des formules ne nous paraît donc pas démontré par le maintien en service des appareils de la formule opposée; le débat reste ouvert et la question sera, croyons-nous, l'une des plus importantes de celles qui se poseront lorsqu'on voudra établir les programmes d'après-guerre d'une aviation militaire.

Le chasseur-bombardier réussit incontestablement ses missions. Les De Havilland « Mosquito » ont bombardé régulièrement les grandes villes allemandes. Partis d'Angleterre, au printemps dernier, des North American « Mustang » sont allés lâcher leurs bombes jusqu'à Berlin et aux Pyrénées. Les Grumman « Hellcat » et les Vought « Corsair » embarqués sur les porte-avions américains ont coulé des escadres japonaises entières et exécuté pendant plusieurs

jours consécutifs des bombardements de Tokio. Les pertes au cours de toutes ces missions sont toujours faibles, plus faibles en général que celles de la défense.

Si remarquables qu'ils soient, les résultats obtenus par les bombardiers lourds sont payés beaucoup plus cher. C'est seulement à leur entrée en service qu'ils ont pu mettre en défaut la tactique de la chasse adverse. Les Vickers « Wellington » qui tentèrent d'attaquer, en 1941, la flotte et l'aviation allemandes dans ses bases connurent rapidement, après quelques succès, un gros échec qui interrompit leurs missions. Fin 1942, les Boeing « Forteresses volantes » ne subirent que des pertes insignifiantes au cours de leurs premiers bombardements en Allemagne; mais, au printemps suivant, après transformation du programme de construction en faveur du bombardier lourd, lorsque entrèrent en service les grosses formations que l'industrie américaine avait pu équiper pendant l'hiver, la Luftwaffe avait trouvé la parade. C'était le tir à grande distance contre les formations serrées de bombardiers lourds, notamment à la bombe-fusée. On réservait l'attaque à courte distance, trop dangereuse, aux formations ainsi disloquées ou aux appareils déjà touchés et isolés. L'aviation américaine perdit à plusieurs reprises plus de 50 bombardiers par expédition. Il fallut se résigner à l'accompagnement de bout en bout par la chasse à grand rayon d'action.

C'est là qu'est la grosse différence entre la solution du bombardier lourd et celle du chasseur-bombardier. Dans le travail de jour, l'accompagnement du bombardier lourd par la chasse est indispensable; de nuit, il reste au

moins très utile. Au contraire, de jour comme de nuit, le chasseur-bombardier passe sans escorte. Elle lui a été fréquemment donnée sous forme de chasseurs non chargés de bombes qui se réservaient la charge du combat et permettaient aux autres d'exécuter leur mission sans être dérangés. Mais c'était un luxe à l'usage des belligérants comme les Alliés, qui avaient une supériorité numérique énorme sur l'adversaire. Au reste, le harcèlement par « Mosquito » réussissait fort bien sans accompagnement. Pour l'interdire, il aurait fallu une énorme supériorité numérique de la défense, telle que la R.A.F. a pu la réunir au-dessus de l'Angleterre lorsque la *Luftwaffe* essaya de retourner contre elle le harcèlement par chasseurs-bombardiers.

De l'emploi, avec des pertes élevées mais acceptables, de grosses formations de bombardiers lourds britanniques et américains, il ne faut donc pas conclure qu'elles pourraient servir chez des belligérants qui ne disposeraient pas de la même supériorité aérienne. Lorsque les troupes allemandes débarquèrent en Crète sur

Le problème militaire de l'avion toutes missions

Douhet considérait comme « superflue, donc nuisible », toute autre mission que le bombardement, et encore se refusait-il à l'exécuter au profit immédiat d'une armée et d'une marine. Il ne se souciait pas de détruire un fortin, de couler un croiseur, de régler le tir d'une batterie, de faire de l'exploration navale au profit d'une escadre. Il voulait annihiler la force de résistance de l'adversaire par l'action indépendante, le « bombardement stratégique » d'aujourd'hui, visant à la destruction des industries, l'arrêt des transports, etc. Aussi, pour lui, l'avion toutes missions se réduisait-il en fait à un avion capable de bombardier et de combattre.

Plusieurs aviations se sont fortement inspirées de cette doctrine, au premier rang desquelles les aviations française et britannique. D'autres, au contraire, comme la russe et l'allemande



Le Republic P-47, le « Thunderbolt », lorsqu'il est employé comme chasseur, n'a pas, en raison de son poids élevé et de sa forte charge alaire, la maniabilité des chasseurs britanniques, russes, allemands ou japonais; il n'en a pas moins remporté des succès remarquables dans cette mission. Mais il est probablement le meilleur chasseur-bombardier qui soit. Il est muni d'un moteur Pratt et Whitney R-2800 de 2 000 ch à 18 cylindres et turbocompresseur, qui lui donne un plafond d'environ 12 000 m et une vitesse de 640 km/h à 9 000 m. Le P-47 D que représente la photographie, porte deux bombes de 225 kg, six fusées en deux groupes de trois tubes, et huit mitrailleuses de 12,7 mm. Un autre modèle le P-47 N, peut emporter deux bombes de 450 kg, dix fusées de 100 mm et huit mitrailleuses de 12,7 mm. Le « Thunderbolt », fortement blindé, dépassait en chasseur les 6 000 kg; les versions chasseur-bombardier sont nettement plus lourdes.

des convois de bateaux de pêche que survolaient les chasseurs de la *Luftwaffe*, pendant que les croiseurs britanniques et la R.A.F. prenaient la route d'Alexandrie, on n'a jamais conclu à la supériorité du bateau de pêche sur le croiseur; la leçon était la dépendance de la maîtrise de la mer vis-à-vis de la maîtrise de l'air. Avec l'escorte de chasse que s'offraient les bombardiers lourds américains, on pouvait conduire n'importe quoi sur l'Allemagne, du gros avion de transport au Piper « Cub ». Il est bien dommage que l'aviation française n'ait plus possédé ses « multiplaces de combat » de 1935; ainsi accompagnés, ils auraient fort bien pu prendre part aux expéditions.

Nous n'hésitons donc pas à réaffirmer que le seul appareil de bombardement capable de travailler régulièrement au profit d'une aviation qui n'est pas certaine d'être plusieurs fois supérieure à l'adversaire est le chasseur-bombardier. Mais l'affirmation est beaucoup plus générale. Elle s'étend à tous les types d'appareils.

faisaient une place très importante aux missions au profit direct des troupes en ligne, et à la mission d'assaut en particulier.

Sur ce point, la doctrine de Douhet a été nettement condamnée par l'expérience de la guerre. Le bombardement « stratégique » a prouvé sa valeur, que lui déniaient les défenseurs obstinés de la subordination de l'aviation aux armées et aux marines. Mais le bombardement « tactique », les différentes missions de sûreté terrestre ou navale, le transport militaire aérien, se sont révélés aussi intéressants. Au fond, l'avion a parfaitement réussi dans toutes les missions qu'on lui a demandées, jusqu'à celles qui paraissent les plus difficiles, comme la destruction d'un char, d'une vedette ou d'une maison urbaine sans endommager les voisins. La conséquence logique de cet enseignement indiscutable de la guerre de 1939 doit être l'extension à tous les types d'appareils de la formule qui s'est montrée la plus efficace pour l'aviation de bombardement.

Pour le bombardement stratégique, rien n'est à modifier au principe même du chasseur-bombardier. Le survol régulier de l'Allemagne à partir des bases d'Angleterre a fait la preuve que ce type d'appareil possède, sur la plupart des théâtres d'opérations, le rayon d'action nécessaire. Sa charge utile est équivalente à celle du bombardier lourd, tel qu'il est communément employé. L'expérience des De Havilland « Mosquito », ou des derniers chasseurs-bombardiers allemands Focke-Wulf FW 190, montre que le poids de bombes emporté par cheval est sensiblement le même dans les deux formules. Mais celle du chasseur-bombardier a le gros avantage de consommer moins de personnel.

Pour le bombardement tactique, et spécialement les missions d'assaut terrestres, ou d'attaque du navire en piqué, le chasseur-bombardier est aujourd'hui indiscuté. C'est le matériel capable d'obtenir le résultat cherché aux moindres risques pour l'équipage.

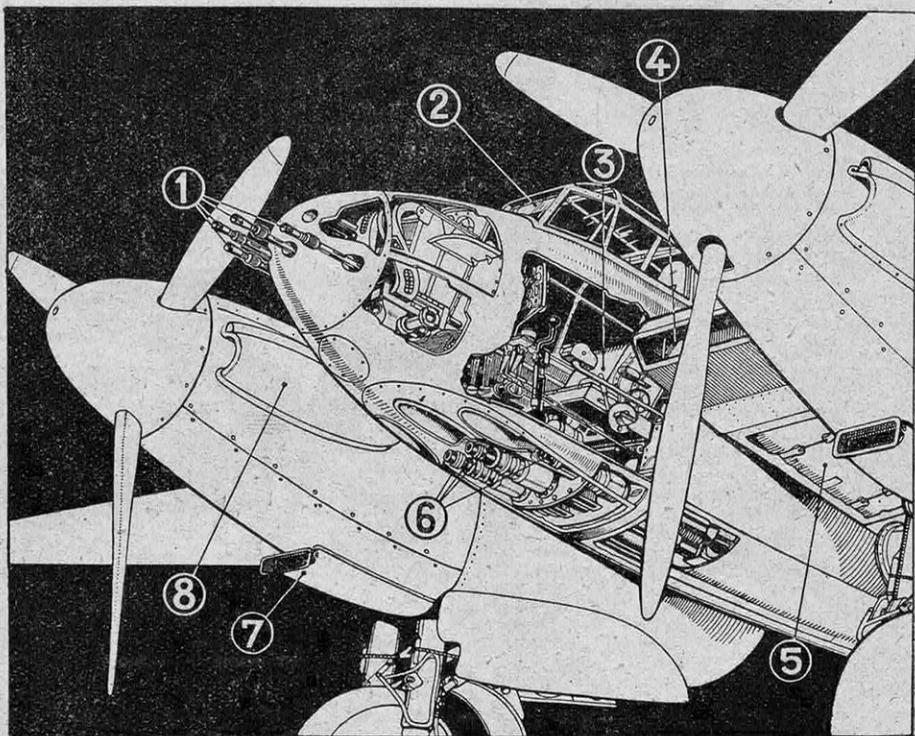
Dans les missions de sûreté ou de renseignement, l'appareil dérivé du chasseur a prouvé qu'il était le plus apte à passer. On a renoncé aux exigences du multiplace à champ de vision intégral en même temps qu'à l'œil de l'observateur. L'enregistrement photographique s'est adapté à l'appareil de chasse monoplace, le plus souvent allégé de son armement, pour échapper à l'adversaire en altitude sans être tenu de le combattre.

La solution a été assez difficilement admise en marine. Elle apparaît dans la

Fleet Air Army avec le Fairey « Firefly » au moteur Rolls-Royce « Griffon », qui est une transposition du chasseur-bombardier aux missions de renseignement. On objectera peut-être l'insuffisance de rayon d'action du monomoteur pour l'exploration navale sur les océans. Nous montrerons, dans le paragraphe consacré au problème technique, que les derniers progrès, notamment dans le domaine du moteur, autorisent tout rayon d'action pratiquement désirable.

Le transport du personnel et du matériel pa-

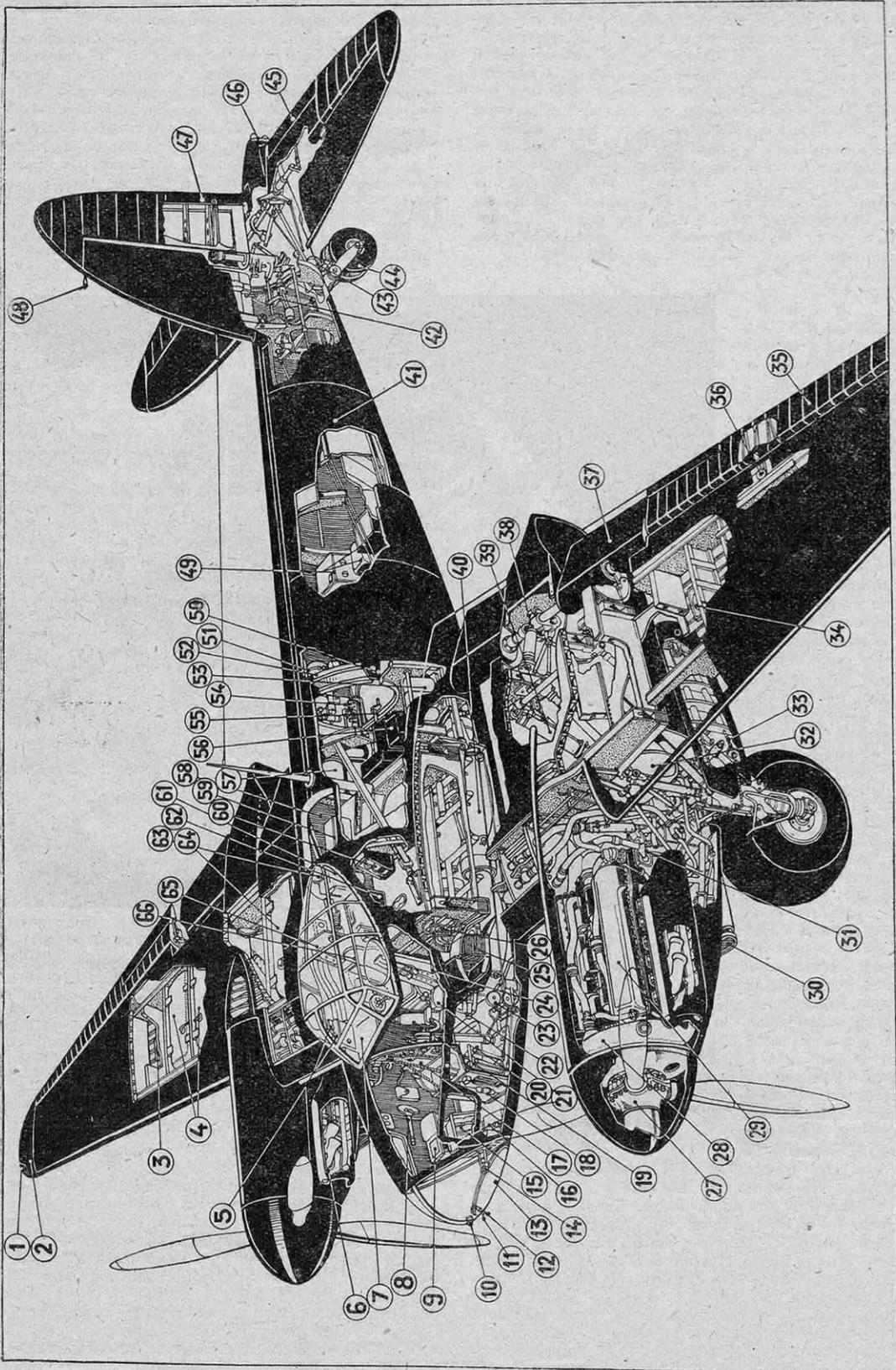
raît bien être une de ces missions, qui compte aujourd'hui parmi les plus importantes, où le chasseur ne peut concurrencer la transposition militaire de l'avion civil. L'emploi du planeur remorqué résout la difficulté. On n'a pas assez remarqué que les plus petits modèles de planeurs allemands, de 2 500 kg environ de charge utile, peuvent être remorqués par les Messerschmitt Me 109, et même qu'ils l'ont été par les anciens modèles de Me 109, à moteur de puissance modérée, de 1941. Le planeur donne au chasseur moderne une capacité de transport en personnel et en matériel supérieure à celle de l'avion civil du type habituel. L'affirmation peut paraître paradoxale, et ce qui paraîtra plus para-



L'AVION A UTILISATIONS MULTIPLES DE HAVILLAND « MOSQUITO »

Le « Mosquito » est, en bimoteur, le type par excellence de l'avion toutes missions, puisqu'il a pu être employé avec le même succès comme chasseur de jour à grand rayon d'action, chasseur de nuit, avion d'assaut, bombardier à grande altitude, avion de reconnaissance... L'avion représenté par le croquis ci-dessus est celui de l'avion de chasse, avec quatre canons de 20 mm et quatre mitrailleuses de 7,65 mm. En avion d'assaut, huit fusées et même des bombes de 225 kg s'ajoutent à cet armement. On sait qu'en avion de bombardement lointain, mission où le « Mosquito » a exécuté des raids de harcèlement sans discontinuer pendant près de deux ans, il peut emporter des bombes de 4 000 livres (1 800 kg). 1, Quatre mitrailleuses de 7,65 mm; — 2, Pare-brise à l'épreuve des balles; — 3, Siège du pilote; — 4, Réservoir d'essence; — 5, Réservoir d'essence; — 6, Quatre canons de 20 mm; — 7, Entrée d'air au carburateur; — 8, Cache-flammes sur l'échappement du moteur.

doxal encore, c'est qu'en la présentant nous ne reconnaissons nullement une vertu particulière à la formule du planeur. En réalité, le planeur employé au transport aérien simplement le bénéficie de la très grosse charge utile de l'avion lent, opposé à l'avion civil habituel, de vitesse relativement élevée. Son rendement est celui du Messerschmitt 323, ou du Fairchild C 82, qui emportent deux à trois fois plus de charge que l'avion de même puissance établi pour 300 à 350 km/h de vitesse de croisière. Demain, l'avion



LA VERSION DE BOMBARDÈMENT DU DE HAVILLAND « MOSQUITO »

1. jeu de navigation; — 2. extrémité d'aile détachable; — 3. feu d'atterrissage; — 4. réservoirs des feux de navigation et d'atterrissage; — 5. interrupteurs des feux de navigation et d'atterrissage; — 6. cache-flammes refroidi par quatre canalisations d'air; — 7. table de l'observateur; — 8. hache servant en cas d'incendie; — 9. tablette du bombardier; — 10. feu de proue; — 11. thermomètre; — 12. arrivée du liquide de dégrage; — 13. vitre de visée du bombardier; — 14. viseur de bombardement; — 15. bouteilles d'oxygène; — 16. table de navigation; — 17. tableau de bord; — 18. extincteur d'incendie; — 19. logement de l'antenne remorquée déroulable; — 20. panneau d'accès dans l'habitacle; — 21. commandes des moteurs; — 22. siège du pilote; — 23. manivelle de réglage du volet correcteur du gouvernail de direction; — 24. téléphone de bord; — 25. radiateur d'huile et de liquide de refroidissement des moteurs; — 26. passage des commandes des moteurs; — 27. hélice à pas variable et vitesse constante De Havilland « Hydromatic »; — 28. réservoir de liquide de refroidissement; — 29. moteur Rolls-Royce « Merlin 21 »; — 30. prise d'air du carburateur; — 31. réchauffage de la magnéto; — 32. réservoir d'huile; — 33. câble élastique assurant la fermeture des volets de l'orifice de passage du train d'atterrissage; — 34. feu d'atterrissage; — 35. aileron; — 36. mécanisme de commande de l'aileron; — 37. volet d'atterrissage; — 38. mécanisme de commande du volet d'atterrissage; — 39. mécanisme de commande du train d'atterrissage; — 40. bombe de 227 kg; — 41. revêtement de la queue à fibres croisées diagonalement pour résister à la torsion; — 42. mécanisme de commande du gouvernail de direction; — 43. treuil de relèvement de la roue de queue; — 44. roue de queue double; — 45. volet correcteur du gouvernail de direction; — 46. jeu de navigation; — 47. volet correcteur du gouvernail de direction; — 48. tube de Pitot; — 49. appareils photographiques; — 50. connexion du démarreur; — 51. réservoir du liquide de dégrage; — 52. réservoir d'air comprimé; — 53. bouteilles d'oxygène; — 54. groupe auxiliaire pour la fourniture de l'air et de l'huile sous pression; — 55. manivelle du treuil de levage des bombes; — 56. accumulateurs; — 57. réservoir d'huile sous pression; — 58. logement du canon de sauvetage; — 59. générateur à haute tension; — 60. régulateur de tension; — 61. émetteur radio; — 62. récepteur radio; — 63. feu de reconnaissance visible du haut; — 64. réservoir d'essence; — 65. blindage du siège de l'observateur; — 66. blindage du siège du pilote.

de chasse avec moteur de 3 500 ch traînera derrière lui une demi-compagnie ou un char dans un planeur.

Il ne reste guère, pour terminer les applications possibles du chasseur, que les missions de transport civil. Pourquoi ce planeur qui, remorqué par un avion de chasse, peut emporter soixante-quinze hommes et leur équipement, ne les remplacerait-il par autant de voyageurs et leurs valises? C'est seulement à l'avion privé que la difficulté commence; le moteur vers lequel nous tendons ne serait économique que pour les familles nombreuses.

Le problème technique de l'avion toutes missions

Si le chasseur-bombardier était réalisable depuis plus de dix ans, il faut bien reconnaître que les progrès de la technique aéronautique en ont singulièrement favorisé l'éclosion.

Ces progrès sont essentiellement des progrès du moteur, progrès en légèreté pour une faible part, en compacité pour une part plus importante, et surtout en puissance unitaire. Les gros perfectionnements des cellules, trains rentrants

et dispositifs hypersustentateurs, ainsi que l'hélice à pas variable, datent en effet de la décade précédente.

L'énorme augmentation de puissance unitaire qui met à la disposition des constructeurs, dans un volume à peine supérieur à celui des moteurs de 800 ch de 1935, des moteurs de 1 700 à 2 500 ch, donne non seulement des appareils plus rapides, mais des appareils où il est aisé d'emporter le combustible pour un long parcours, des bombes de poids moyen ou même élevé, et, s'il est nécessaire, un ou deux hommes de plus. Un appareil à missions multiples, comme le biplace Fairey « Firefly », aux performances voisines d'un chasseur, ne se concevrait pas sans un moteur de 2 000 ch du genre du « Griffon ». C'est le Pratt et Whitney de même puissance d'un « Thunderbolt » qui permet d'accumuler sur un chasseur blindage, bombes et réservoirs supplémentaires, au point de lui faire dépasser largement les 6 000 kg.

Or, cette évolution du moteur est loin d'être terminée, et les derniers progrès semblent même devoir l'accélérer.

Dans la formule du moteur classique à plusieurs plans de cylindres en étoile, les moteurs de 3 000 et 3 500 ch volent déjà et vont apparaître prochainement en construction de série. La propulsion à réaction donne des unités d'au moins même puissance, qui combinent légèreté et compacité à un degré très supérieur, mais au détriment de la consommation. Enfin, la turbine à gaz commandant une hélice est à l'étude, qui devrait réunir légèreté, compacité et économie de consommation; aux dires du président de la firme américaine Wright, elle est destinée à se substituer dans quelques années à tous les moteurs, dans la zone de 5 000 à 10 000 ch de puissance unitaire.

Tous ces moteurs, et surtout le dernier, croyons-nous, sont destinés à renouveler entièrement les matériels de l'aviation militaire. Il est aisé de voir qu'ils facilitent considérablement la solution du problème de l'avion toutes missions, plus encore que le passage du moteur de 800 ch à celui de 2 000 ch dans le cas du chasseur-bombardier.

C'est la puissance du moteur qui permettra de monter sur l'appareil toutes missions l'armement axial lourd qui sera sa meilleure défense, comme elle a permis de remplacer sur le chasseur-bombardier la mitrailleuse légère par la mitrailleuse lourde ou le canon de petit calibre.

C'est le même progrès en puissance, aidé par le progrès corrélatif en compacité, qui permettra de donner à cet appareil un blindage efficace de l'ensemble moteur et équipage.

Il n'est pas nécessaire, semble-t-il, de démontrer que la puissance accrue sera un facteur de vitesse. Mais il faut préciser comment elle agit : c'est en rapprochant la vitesse commune de tous les appareils de cette limite difficilement franchissable de 750 à 800 km/h, où la surcharge, l'augmentation de volume du fuselage, ne réduisent plus sensiblement la vitesse par rapport à celle de l'appareil le plus rapide, le chasseur monoplace à armement léger.

Le relèvement de puissance du moteur améliore de même le rayon d'action, d'abord parce que la résistance à même vitesse croît moins vite que la puissance, ensuite parce que la capacité de logement du combustible, soit en fuselage, soit dans les ailes, croît plus vite que cette puissance.

Tous ces gains, à mesure qu'augmente la



MESSERSCHMITT 262
Le bimoteur allemand à réaction Messerschmitt 262, que l'aviation alliée rencontrait en grand nombre vers la fin de la guerre, a été utilisé dès le début comme chasseur, avec un armement de quatre canons de 30 mm, et comme bombardier, avec en plus deux bombes de 250 kg. Son envergure est de 12 m, sa longueur de 11 m. Avec ses deux moteurs à réaction Jumo 004, il atteindrait environ 800 km/h.

puissance unitaire, simplifient le problème de l'avion toutes missions. Ils permettent le logement des deux ou trois hommes d'équipage qui sont bien utiles, sinon indispensables, pour une conduite de tir un peu moins sommaire, pour la navigation dans les missions à grande distance... Ils augmentent simultanément le poids de bombes transportées, le rayon d'action, en diminuant sur ces points l'écart qui sépare l'appareil monomoteur des multimoteurs.

Dans quel sens se dessine l'évolution probable des avions qui utiliseront ces moteurs, en place des moteurs actuels de 2 000 à 2 500 ch?

Ce sera manifestement en réduisant l'écart de performances entre monomoteur et multimoteur, donc au profit du monomoteur, et cela pour d'autres raisons qui tiennent à la cellule.

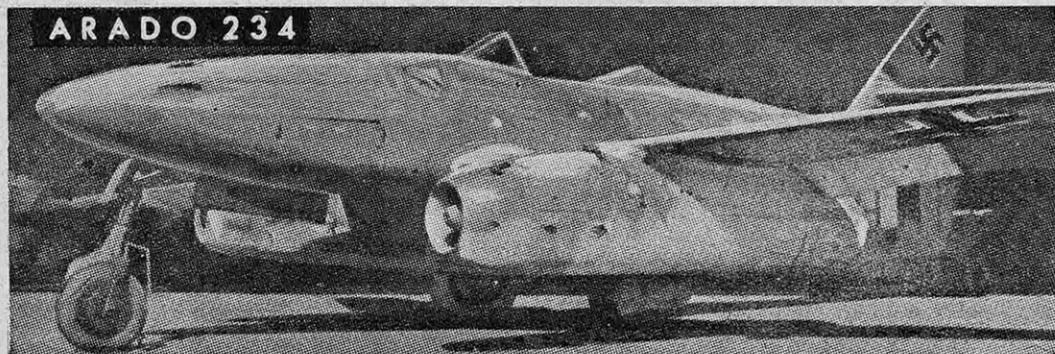
Il est certain que le très petit avion est défavorisé par rapport au gros appareil. Les résistances passives telles que celles du fuselage ou des fuseaux-moteurs croissent moins vite que le tonnage; il en est de même, bien qu'à un degré moindre, de la voilure supposée à même charge alaire. Mais il arrive un moment où l'excès du poids de charpente l'emporte sur ces bénéfices. Il y a donc un tonnage optimum, qui dépend d'ailleurs de beaucoup de facteurs (emploi d'un revêtement travaillant ou non, taux de fatigue admissible des alliages légers, charge alaire), et qui a augmenté considérablement depuis une vingtaine d'années. Cependant, l'augmentation

s'est ralentie depuis la guerre, les cellules n'ayant pas fait de progrès importants. En tout cas, elle est beaucoup moins marquée que l'accroissement de puissance des moteurs pendant la même période. Il ne semble guère que la situation relative doive se modifier dans les années qui suivront.

Dans ces conditions, le monomoteur de 3 000 ch et, demain, de 5 000 à 10 000 ch, perdra beaucoup moins que celui d'hier et d'aujourd'hui du fait de son éloignement du tonnage optimum. Il doit largement rattraper la différence grâce à la résistance passive moindre de son fuselage unique, remplaçant le fuselage et les fuseaux-moteurs d'un multimoteur; l'avantage jouait déjà sur les Messerschmitt Me 109 et Me 110; il joue encore sur le Vickers-Supermarine « Spitfire » et le De Havilland « Mosquito »; il s'accroîtra demain.

La formule de l'avion toutes missions qui doit l'emporter est donc celle du monomoteur, dont l'avantage s'accroît à mesure de l'augmentation des puissances.

L'armement de ce monomoteur développera vraisemblablement pendant longtemps encore les types actuels d'armement, dont beaucoup ne sont qu'à leurs débuts. Le calibre et le nombre des armes automatiques croîtra, pour lutter contre le renforcement de protection, corrélatif de l'augmentation des puissances et des tonnages. On se décidera probablement à employer plus



ARADO 234
Le bimoteur allemand Arado 234, mû comme le Messerschmitt 262 par deux moteurs à réaction Jumo 004, est le premier avion à réaction à missions multiples, puisqu'il peut être utilisé à la fois à la reconnaissance et au bombardement. En envergure est de 14,20 m, sa longueur de 12,50 m.

largement la propulsion par fusée pour le combat aérien, aussi bien en bombes de moyen calibre qu'en armes automatiques. La bombe à forte teneur d'explosif et la bombe incendiaire seront conservées pour le lancement à très grande altitude contre objectif étendu; la bombe-rusée se généralisera évidemment pour toutes les applications à basse altitude; elle doit, en particulier, éliminer, pour toutes les applications navales, la distinction surannée entre la bombe et la torpille.

Les différents modèles de bombes planantes, dirigées ou non, avec ou sans propulsion par fusée ou par réaction, étendent leur domaine. Le monomoteur se prête parfaitement à leur emploi, qui a déjà été inauguré par le lancement de certains bimoteurs allemands bourrés d'explosif à partir d'un chasseur fixé sur la cellule. Mais la solution nous paraît beaucoup moins économique que celle du remorquage; la bombe, si elle n'est pas planante ou volante,

tinuera à relever le rayon d'action normal. Mais le planeur-citerne remorqué pourrait faire beaucoup mieux encore.

Les leçons d'une guerre et les études d'après-guerre

On a fréquemment tendance à croire que le matériel à construire au lendemain d'une guerre est celui dont les enseignements de celle-ci, ou plutôt des derniers mois de celle-ci, ont prouvé la supériorité. C'est en adoptant plus ou moins inconsciemment ce principe que l'on entre en guerre, en 1939, avec le matériel et la tactique de 1918.



BELL P. 59 "AIRACOMET"

Le Bell P-59 « Aircomet » est le premier avion à réaction construit aux Etats-Unis; il est mû par deux propulseurs construits, sur les plans anglais Whittle, par la General Electric Co.

formerait le fuselage du planeur dont on pourrait parfaitement ramener à la base la voilure; celle-ci ne serait larguée que dans le cas d'une rencontre avec la chasse adverse.

La protection du monomoteur de très grande puissance doit conserver la forme générale qu'elle a sur les chasseurs actuels, mais avec des échantillons accrus.

La vitesse de ce type d'appareil doit dépasser nettement celle des chasseurs actuels à moteur de type habituel, mais d'assez peu celle des chasseurs à propulsion par réaction. Le gros problème de demain sera de donner ces mêmes vitesses avec une consommation acceptable.

Le rayon d'action sera réduit dans la mesure où cette consommation se maintiendrait au niveau de celle du moteur à réaction réalisé jusqu'ici et augmenté dans la mesure où l'accroissement de tonnage permet le logement d'un volume de combustible relativement plus élevé. L'emploi des réservoirs extérieurs largables con-

C'est négliger un des plus importants enseignements de cette guerre, et de toute guerre prolongée, qui est la succession rapide des matériels et des tactiques se démodant les uns les autres. Pour s'en tenir au sujet que nous étudions, si les dirigeants britanniques s'étaient laissés intimider par les menaces allemandes en août 1940, qui n'eût pas vu dans cette guerre le triomphe incontesté de l'avion d'assaut spécialisé, sous la forme du Junkers Ju 87, qui a été certainement l'une des plus grosses erreurs de la *Luftwaffe*? Si Hitler avait abandonné la partie au lendemain de Stalingrad, la leçon des premières incursions des Boeing « Forteresses volantes » au-dessus de l'Allemagne pendant l'automne 1942 n'eût-elle pas été la condamnation du chasseur-bombardier au profit de la formule Douhet?

Les matériels avec lesquels nous terminons la guerre n'ont pas plus de valeur définitive que les « Stukas » de 1940, ou les « Forteresses vo-

lantes » de 1942 sans accompagnement de chasse. Si la guerre avait duré quelques années encore, nous aurions vu d'autres bouleversements de même importance. La seule véritable leçon d'une guerre, c'est l'indéfinie perfectibilité du matériel et des tactiques.

Demain, comme en 1919, des gens prudents, qui n'ont pas coutume de se prononcer avant qu'une longue expérience ait confirmé les vertus d'un matériel nouveau, protesteront quand on voudra introduire sur l'avion d'exploration une propulsion par réaction ou par turbine à gaz, qui n'a pas encore fait ses preuves bien nettes sur l'avion de chasse. Ils auront oublié qu'ils protestaient de même quand on mettait en doute les chances qu'avait l'appareil lent de remplir sa mission devant une réaction de chasse. Mais peut-être les convaincrat-on en insistant sur l'absence de vibrations de nouveaux types de moteurs.

L'avion militaire de demain ne ressemblera pas à celui d'aujourd'hui, pour la seule raison que les arguments des esprits conservateurs ne parviendront pas à fossiliser les cerveaux des

chercheurs, dans un domaine qui touche à toutes les branches de l'activité technique, aussi bien à usage civil que militaire. Il y aura demain des chasseurs qui feront, si l'on veut, le tour de la terre en remorquant leur citerne à combustible. Il y aura des échanges en vol de citernes vides contre des citernes pleines, ce qui n'est certainement pas plus difficile que de ramasser un homme au sol à partir d'un avion en vol. Il y aura des chasseurs qui remorqueront des bombes de 20 tonnes, pendant que les quadrimoteurs s'en tiennent encore à 10 tonnes. Une escadrille de chasse suffira pour transporter de la métropole dans une colonie lointaine une compagnie d'infanterie et tout son matériel. Et on verra peut-être, au cours de l'interception d'un tel convoi, les chasseurs remorqueurs larguer leurs planeurs, engager le combat contre l'adversaire, aux côtés de la chasse d'escorte, et revenir prendre, une demi-heure plus tard, la remorque des planeurs qui n'auront pas encore touché terre.

Camille ROUGERON.

L'arrêt presque total de l'industrie française à la fin de 1943 et au début de 1944 a porté un coup fatal à la puissance allemande. Il était dû en grande partie à l'absence d'énergie électrique pour faire tourner les usines.

Guidés par des personnalités compétentes, les sabotages réitérés qui ont donné ce résultat ont visé surtout les lignes de transport de force, facilement réparables après les hostilités. C'est ainsi que plus de 5 % de la longueur des lignes à très haute tension étaient, en juin 1944, interrompus ou fonctionnaient sur poteaux en bois dans des conditions très précaires.

Ce chiffre qui paraît insignifiant est en réalité considérable, un seul pylône abattu représentant toute une ligne inutilisable. Citons, parmi les lignes les plus importantes dont le sabotage était presque permanent, la ligne à 150 kilovolts de la Vièlère-Albertville et la ligne Albertville-Fond de France. Citons aussi la grande artère Paris-Saint-Etienne, qui réalisait l'interconnexion des Alpes et du centre industriel stéphanois.

Aussi la perturbation des transports d'énergie était telle que, fin 1943, plus de 90 millions de kWh, soit 25 % de sa production totale, était soustraits aux fournitures d'énergie dans la seule région des Alpes.

L'expérience aidant, l'efficacité des attentats augmentait. C'est ainsi que, dans le premier trimestre de 1944, sur vingt-quatre attentats dans la région alpine, vingt-deux furent suivis d'arrêt, et l'on enregistrait comme un record un fonctionnement ininterrompu de près de 48 heures de l'usine du Sautet.

Les statistiques ont exprimé l'efficacité des attentats par la somme des jours d'arrêt des usines productrices. Ce nombre s'est élevé à deux cent quatre-vingt-sept pour la période précitée, dans la même région économique.

Dans l'ensemble, peu d'usines furent atteintes par les sabotages de façon irréparable (Lac Mort, Avignonet), et les destructions opérées systématiquement par les Allemands dans leur retraite en Maurienne et en Tarentaise ont été beaucoup plus graves pour l'équipement hydroélectrique alpin.

C'est ainsi que dans la vallée de la Maurienne, que l'on peut appeler la vallée de l'Electrochimie, puisque sur les 380 000 kilowatts répartis dans une trentaine de centrales échelonnées le long de l'Arc, plus de 80 % alimentent des usines électrochimiques, vingt-trois centrales ont été détruites par les Allemands entre le 25 août et le 5 septembre. Citons parmi celles-ci : la Corbière, Pontamafrey, Montricher, Calypso, Saint-Michel, Prémont-la-Praz, Avrieux et enfin l'importante usine de la Bissorte, la seule travaillant pour l'interconnexion, déjà sabotée par le maquis en mars et complètement détruite par les Allemands dans leur retraite.

L'ÉCLIPSE DE SOLEIL DU 9 JUILLET 1945

L'ÉCLIPSE de soleil du 9 juillet prochain sera une éclipse totale, mais seulement pour une partie de l'Amérique du Nord, le Groenland et le nord de l'Europe. Elle sera visible en France comme éclipse partielle; le tableau ci-contre indique les heures de début et de fin du phénomène pour les principales villes de France, ainsi que la grandeur de l'éclipse. Les heures sont exprimées en heure française actuelle, c'est-à-dire en temps universel majoré de 2 heures. On voit, d'après la dernière colonne de ce tableau, que l'éclipse ne sera pas très remarquable dans le sud.

Sur le croquis ci-dessous, la zone de totalité de l'éclipse est tracée en trait double. La grandeur maximum de l'éclipse sera de 1,009, le diamètre solaire étant 1. Le disque lunaire débordera donc de très peu le disque solaire.

Les courbes en trait plein limitent les zones intéressées par l'ensemble du phénomène. Elles comprennent l'ouest de l'Asie, l'Europe, l'Afrique du Nord et la moitié est de l'Amérique, des Antilles à l'océan Arctique. En tirets a été tracée la courbe délimitant la pénombre à 15 heures, c'est-à-dire la région où il y a quelque chose à voir à 15 heures; on remarque que la moitié nord et ouest de la France est déjà envahie par la pénombre. Une courbe analogue pour 17 h a été tracée en pointillé; la France entière est alors dans la pénombre, mais le phénomène est sur le point de finir à Brest.

D'ici 1950, il se produira trois éclipses totales de soleil :

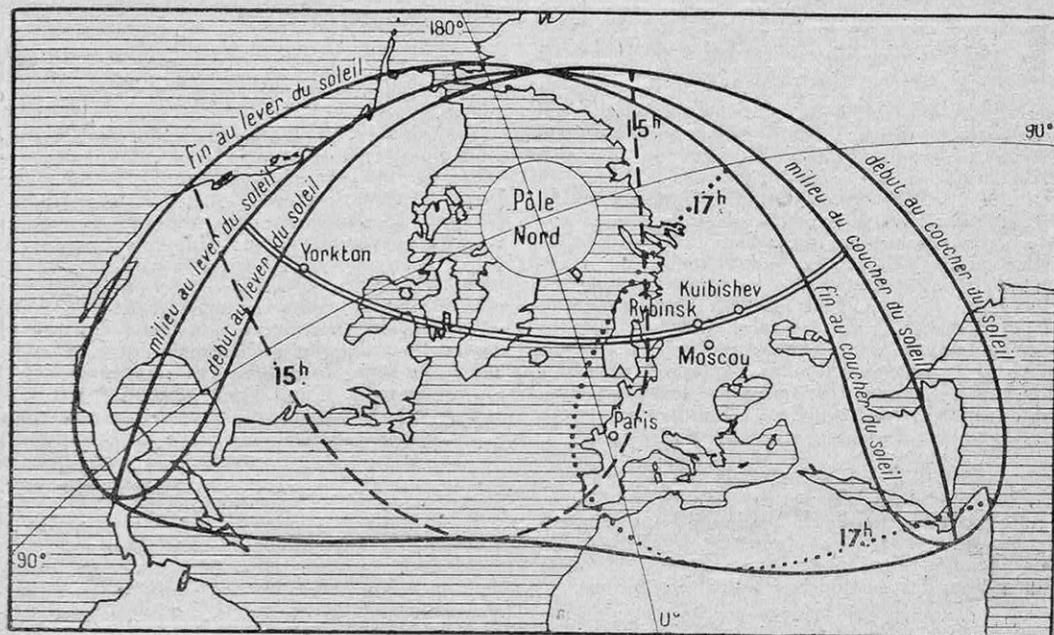
— Le 20 mai 1947, intéressant le Chili, l'Argentine, le Brésil et l'Afrique centrale; durée de la totalité : 5,2 minutes;

	DÉBUT	PHASE maximum	FIN	GRANDEUR de l'éclipse (diamètre du soleil étant 1)
Ajaccio ...	15 h 20	16 h 27	17 h 28	0,43
Bordeaux..	14 h 58	16 h 8	17 h 14	0,43
Clermont .	15 h 2	16 h 13	17 h 19	0,48
Lille.....	14 h 51	16 h 6	17 h 15	0,60
Lyon	15 h 4	16 h 16	17 h 21	0,49
Marseille ..	15 h 12	16 h 20	17 h 23	0,43
Nice... ..	15 h 13	16 h 23	17 h 26	0,46
Paris	14 h 53	16 h 7	17 h 16	0,55
Strasbourg.	15 h 2	16 h 15	17 h 22	0,59
Toulouse..	15 h 5	16 h 14	17 h 18	0,41
Alger	15 h 31	16 h 27	17 h 19	0,24

— Le 1^{er} novembre 1948, intéressant l'Afrique centrale et l'océan Indien; durée de la totalité : 1,9 minute;

— Le 12 septembre 1950, intéressant l'océan Arctique, l'Alaska et l'océan Pacifique nord; durée de la totalité : 0,9 minute.

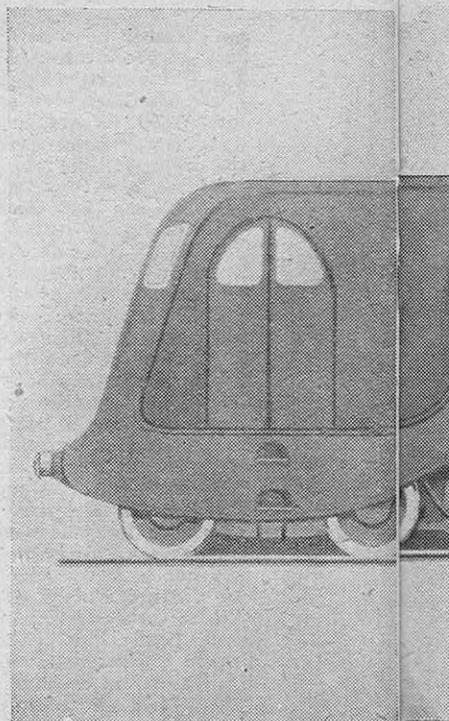
Aucune de ces éclipses ne sera visible en Europe.



L'AVENIR DE LA LOCOMOTIVE

par M. André CHAPELON

Malgré le développement récent de la traction électrique et par moteur Diesel sur les voies ferrées, la locomotive à vapeur, plus que centenaire, continue à assurer les transports sur 90 % des lignes du monde. Cette suprématie suffit à mettre en lumière l'intérêt dominant qui s'attache à cette machine. Jouissant d'une autonomie complète, elle possède des qualités exceptionnelles de souplesse, de robustesse et d'économie. La locomotive à vapeur s'est ainsi adaptée dès l'origine à tous les genres de service, depuis le petit chemin de fer à crémaillère, qui gravit lentement avec de faibles charges les rampes les plus fortes, jusqu'à la grande ligne de plaine qui livre passage à des trains de 600 à 1 200 t à des vitesses de 120 à 140 km/h. Les besoins immédiats de l'après-guerre nécessiteront l'emploi d'un matériel occasionnel ou la construction de machines simplifiées en rapport avec nos moyens momentanément réduits de production. Mais le trafic futur, qu'il faut prévoir dès à présent, exigera un renouvellement complet du « parc » des locomotives françaises en prenant pour base les remarquables progrès techniques déjà enregistrés. Aussi bien pour les services rapides de marchandises ou mixtes que pour la traction ultrarapide de rames légères, le programme français prévoit la création de nouveaux types de machines ultramodernes dont l'avènement marquera une étape nouvelle dans l'exploitation économique du réseau ferroviaire du pays.



Un siècle de progrès

Il y a loin de la petite machine de Marc Seguin qui, en 1828, dépensait 75 kg de coke par 100 tonnes-kilomètre remorquées (1), en roulant à 7 km/h sur la ligne de Givors à Lyon, à la « Pacific » moderne qui remorquait, avant l'électrification, entre Tours et Bordeaux, des trains de plus de 600 t à 110 km/h en ne dépensant que 2,35 kg de houille par 100 tonnes-kilomètre remorquées.

La locomotive à vapeur, en effet, a subi des perfectionnements considérables.

La dépense de vapeur par cheval-heure développée dans les cylindres est ainsi tombée de 30 kg en 1830 à 5,25 kg en 1935, se rapprochant du chiffre de 3 kg des centrales modernes les plus perfectionnées, sans cependant utiliser comme elles ni la condensation, ni les hautes pressions (85 kg/cm²), ni les très fortes surchauffes (500°), ni le réchauffage de l'eau d'alimentation par prélèvements de vapeur en cours de détente.

Parallèlement, le poids par cheval développé dans les cylindres est tombé de 180 kg à 28 kg, tender non compris, et de 320 kg à 45 kg, tender compris, tandis que, calculé d'une manière comparable, ce poids atteint 30 à 35 kg pour les locomotives électriques modernes et 60 à 90 kg pour les locomotives Diesel électriques.

(1) Le produit du tonnage par la distance parcourue caractérise le travail utile accompli par la machine.

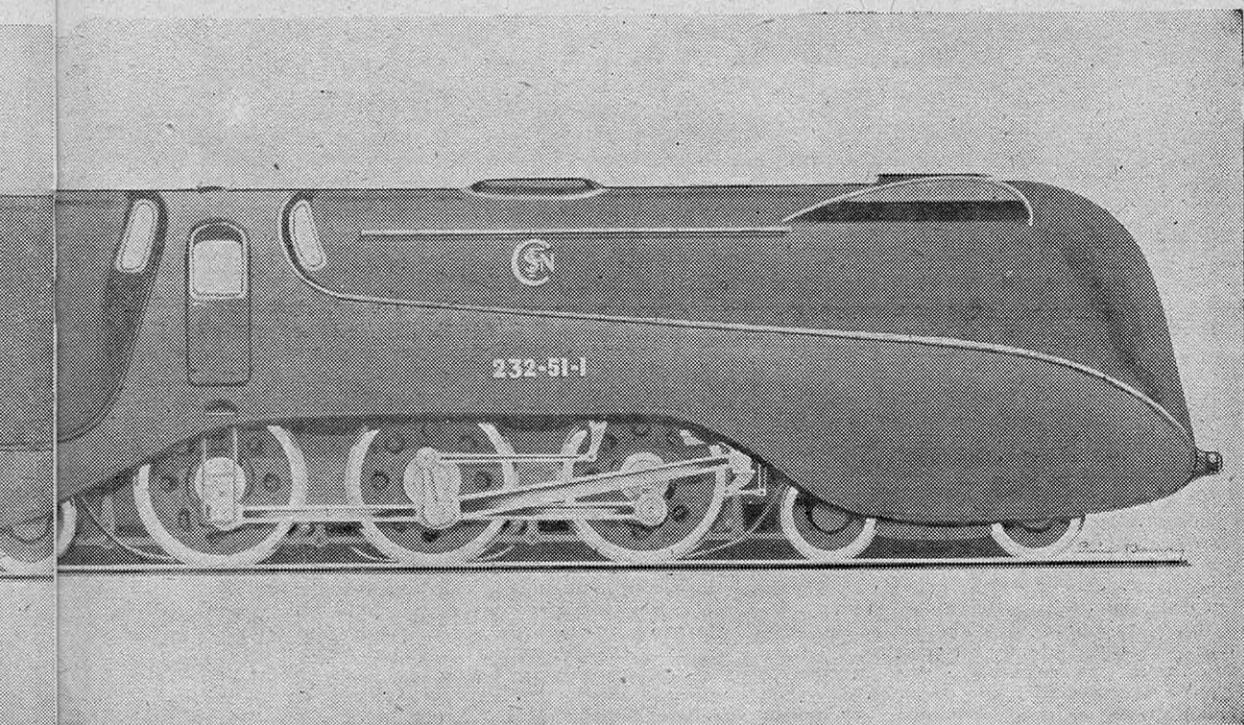
La locomotive à vapeur est économique

Finalement, la locomotive à vapeur moderne n'exige guère que 1 kg de charbon là où 1 kWh haute tension est nécessaire en traction électrique.

Comme le kWh thermique coûte de 2 à 3 fois plus que le charbon qui lui a donné naissance (environ 750 grammes), seule une traction électrique puisant son énergie aux sources hydrauliques peut réellement être mise en compétition avec la traction à vapeur. Toutefois, comme une ligne électrifiée coûte beaucoup plus cher qu'une ligne à traction autonome et comme la locomotive électrique coûte elle-même près de 2 fois plus que la locomotive à vapeur équivalente, on se rend compte en définitive que les conditions de trafic intensives requises pour que le bilan financier d'une ligne électrifiée soit favorable sont beaucoup moins fréquemment remplies qu'on pourrait le croire a priori. C'est ce qui explique que, malgré les électrifications décidées un peu partout, le nombre des lignes à vapeur soit resté considérable.

Il y a bien à considérer les économies de combustible évidemment souhaitables avec notre production minière déficitaire, mais une électrification même totale de nos chemins de fer avec utilisation exclusive de la houille blanche ne réduirait les 85 millions de tonnes de notre consommation nationale en période stable (chiffres

LOCOMOTIVE A VAPEUR EN FRANCE



Voir la légende fig. 13.

de 1931) que de 12 millions, tandis que nous devons suppléer chaque année par l'importation à une insuffisance de 33 millions de tonnes de *maigres et d'anthracites* que l'on ne trouve pas sur notre territoire et qui sont précisément *impropres à la chauffe des locomotives*.

Reste l'inconvénient de la fumée. Mais le conditionnement d'air des voitures, combiné avec le chauffage en hiver et la réfrigération en été, d'une application actuellement générale aux États-Unis, apporte à la question une solution complète et bien plus satisfaisante, quoique infiniment moins onéreuse, que l'électrification qui laisse d'ailleurs entier le problème même du conditionnement.

Quant à la locomotive Diesel-électrique, elle consomme environ 3 fois moins que la locomotive à vapeur, mais elle utilise un combustible 3 fois plus cher, et son prix d'achat est encore supérieur à celui de la locomotive électrique.

Le " parc " des locomotives à vapeur françaises

En 1938, au moment de la constitution de la S.N.C.F., les locomotives des Réseaux français comprenaient 17 378 unités à vapeur et 751 unités électriques. Sur ces 17 378 machines, près de 7 000 étaient de provenance étrangère (5 000 allemandes, 2 000 américaines), conséquence de la guerre de 1914-1918. Il en restait exactement 11 863 d'origine française, dont 9 137 à tender

séparé, comprenant 114 séries, soit en moyenne 82,2 locomotives par série et 2 726 locomotives-tenders en 63 séries, soit 43,3 locomotives par série.

Cette grande diversité des types, qui est frappante au premier abord, ne doit cependant pas être considérée comme anormale. Elle est due à l'existence de 7 réseaux pour une longueur exploitée d'environ 45 000 km et se retrouve à très peu près la même dans la plupart des pays.

L'âge moyen de ces machines était, en 1940, d'environ 30 ans, les plus vieilles ayant de 70 à 80 ans.

Cet âge relativement élevé s'explique par les services éminents rendus, même par les machines les plus anciennes qui, lorsqu'elles quittent les voies principales, par suite de l'insuffisance de leur puissance ou de leur vitesse, sont encore capables d'assurer, dans de bonnes conditions, la remorque des trains moins rapides et plus légers sur des lignes moins importantes. La réduction du nombre des types n'en est pas moins une chose désirable et, à ce point de vue, la fusion des réseaux en un organisme unique est une condition favorable.

Il ne faudrait cependant pas croire que la recherche de l'unification dans la construction du matériel soit un fait nouveau. La France offre justement un exemple où, à une époque, cette unification avait été presque réalisée. En effet, dans les années 1895 à 1905, qui ont vu se

	240-P	232-R	232-S	141-P	150-P	151-TQ
Série.....	1 à 25	1 à 3	1 à 4	1 à 133	1 à 90	1 à 10
Mode de fonctionnement (1)	C 4 S	S-E 3 S	C 4 S	C 4 S	C 4 S	S-E 2 S
Surface de grille (m ²)	3,75	5,175	4,28	3,536	3,55	
Timbre (Hpz).....	20	20	20	18	14	
Diamètre des cylindres HP/BP (mm).....	440/650	540	480/680	410/640	490/680	620
Course des pistons HP/BP(mm).	650/690	700	700	640/700	660	
Diamètre des roues motrices (m).	1,85	2,00	1,5	1,55	1,35	
Poids adhérent (t)	80	66	78	90,65	87,50	
Poids total (t)	113	125,3	127,05	112	105,20	117,50

(1) C = Compound, 2,3 et 4 : nombre de cylindres, S = Surchauffe, S-E = Simple Expansion.

TABLEAU I. — LES CINQ TYPES DE LOCOMOTIVES MIS EN SERVICE EN FRANCE DEPUIS 1938

développer le mode compound à 4 cylindres (1), certains types avaient été adoptés tels quels par un très grand nombre de réseaux. C'est ainsi que la locomotive 230 mixte (2), à roues de 1,750 m, apparue sur le réseau du Midi en 1896, se répandit à un grand nombre d'exemplaires, presque sans aucun changement, sur les réseaux du Nord, du P. O. et de l'Etat. Il en fut presque de même des machines des types 220, 221 et 140.

Bien plus, en 1903, le Réseau d'Orléans, réalisant un programme de construction de locomotives puissantes, retint 3 types aptes à peu près à tous les services : une locomotive « Atlantic », type 221, une locomotive « Ten Wheel », (230) et une locomotive « Consolidation » (140) qui possédaient entre elles le maximum d'organes communs et en particulier la chaudière, la robinetterie et les accessoires. Les « Atlantic » et les « Ten Wheel » avaient en outre des moteurs identiques.

Il est regrettable que, dans des temps plus récents, on ne se soit pas attaché avec autant de discipline à réaliser une unification aussi poussée; on en trouvera la raison dans les flottements qui se sont produits au moment de la lutte engagée entre le compoundage et la surchauffe (3) et dans les difficultés qui croissent sans cesse au fur et à mesure que les dimensions des machines augmentent et que l'on se trouve ainsi plus gêné par les limitations de poids et d'encombrement imposées par le gabarit.

(1) Le mode compound consiste à utiliser, dans des cylindres basse pression, la vapeur qui a déjà travaillé dans les cylindres haute pression. Une compound 4 cylindres comporte 2 cylindres haute pression et 2 cylindres basse pression.

(2) Les types de locomotives sont souvent désignés par un nombre de trois chiffres : le premier indique le nombre d'essieux porteurs avant, le deuxième le nombre d'essieux-moteurs couplés, le troisième le nombre d'essieux porteurs arrière. (Dans certaines classifications, on compte le nombre de roues au lieu du nombre d'essieux. Il n'y a qu'à multiplier chacun des 3 chiffres par 2.)

(3) La surchauffe consiste à porter la vapeur à une température plus élevée que celle correspondant à la saturation à la pression considérée. Il en résulte une élévation de la température de la source chaude et une diminution des condensations.

Amélioration du rendement

La locomotive compound française a subi en 1929 des transformations profondes qui en ont amélioré considérablement la puissance et le rendement.

Il est aisé de comprendre que, dans une machine thermique, le travail étant produit par la pression d'un fluide agissant sur un organe mobile, soit un piston, soit une roue de turbine, le rendement sera maximum quand toute perte de pression éprouvée par ce fluide sera uniquement la conséquence d'un travail produit.

C'est, sous une forme à peine différente, quoique d'une portée plus générale, ce qu'enseigne le principe de Carnot.

Dès lors, toute chute de pression telle qu'il s'en produit quand un courant de vapeur circule à travers des tuyauteries trop longues ou trop étroites est évidemment perdue pour le travail de la machine.

On doit donc s'efforcer d'éviter toutes les pertes de cette nature, connues sous le nom de pertes par laminage, si l'on veut profiter de toute la puissance que laisse espérer la théorie.

De tout temps, ce problème a préoccupé les ingénieurs, mais l'on n'avait pas osé aller très loin dans cette voie, craignant de perdre davantage par refroidissement dans des tuyauteries plus volumineuses, par frottement excessif de tiroirs plus gros, et par le fait d'espaces morts trop grands (1). Finalement, on avait adopté la valeur de 1/10 environ pour le rapport à prévoir entre la section des tuyauteries d'admission ou des lumières de distribution et la section des cylindres.

Cherchant à exploiter à fond les possibilités nouvelles offertes par les distributions modernes à tiroirs cylindriques (2) ou à soupapes et par l'emploi de la vapeur surchauffée qui insensiblement

(1) L'espace mort comprend le volume restant entre le fond du cylindre et le piston, quand celui-ci est à fond de course, et le volume de la tuyauterie amenant la vapeur entre le tiroir et le cylindre.

(2) Un tiroir cylindrique, formé de deux pistons montés sur une même tige et obturant au moment voulu les lumières d'admission et d'échappement de la vapeur d'un cylindre consomme moins de travail que les anciens tiroirs plans sur lesquels agissait la pression de la vapeur.

bilise le fluide moteur à l'action refroidissante des parois (1), conservant par ailleurs le mode compound qui limite l'effet des fuites (2) d'autant plus grandes que les distributeurs ont de plus larges sections, et réduit en outre les pertes par espaces morts, la Compagnie d'Orléans projeta, dès 1926, de doubler sensiblement les sections de passage du circuit de vapeur, le chiffre de 1/10 ci-dessus devenant 1/5 et de renforcer parallèlement l'action de la surchauffe en en doublant aussi le degré effectif (vapeur à 400°, au lieu de 300°, pour une température de saturation de 200°).

Il fallut résoudre en même temps de nombreux problèmes d'ordre pratique, tels que celui des huiles de graissage et des métaux en contact avec la vapeur hautement surchauffée (fonte à segments et à cylindres, métal de garnitures de tiges et pistons).

Un autre problème restait essentiel pour agir sur la puissance de la machine : obtenir de la chaudière son maximum de production, objectif qui se heurtait lui-même à deux difficultés : la bonne tenue du faisceau tubulaire et le travail supplémentaire nécessité par l'intensification du tirage.

La tenue des tubes fut résolue en soudant ceux-ci sur la plaque tubulaire du foyer (foyer en acier) et l'obtention du tirage par l'adoption

(1) La vapeur étant éloignée de sa température de saturation, l'action refroidissante des parois risque moins de provoquer des condensations qu'avec de la vapeur saturée.

(2) La chute de pression entre la chaudière et l'échappement est en effet, dans le mode compound, divisée en deux (cylindres haute pression et cylindres basse pression); il en résulte une diminution des fuites malgré l'augmentation des sections.

d'un échappement nouveau, le « Kylchap », qui venait justement d'être mis au point également au réseau du P.O. et avait permis de diviser par 2 et même par 3, suivant les allures, la contrepression sur les pistons pour un même vide obtenu dans la boîte à fumée. On parvint ainsi à brûler 600 kg de charbon par mètre carré de surface de grille et par heure, dans les conditions mêmes où, avec les dispositifs antérieurs, on n'en brûlait que 350 kg. Pour obtenir le même résultat, sans modification, la contrepression sur les pistons aurait dû atteindre 650 g/cm² au lieu de 260 g, correspondant à une puissance prélevée sur celle de la machine de 350 ch au lieu de 140 à la vitesse de 110 km/h, soit une perte de 210 ch, correspondant, à la vitesse considérée, au travail nécessaire pour remorquer deux voitures à voyageurs à bogies.

Une locomotive « Pacific » (231) ainsi modifiée de fond en comble fut livrée au dépôt de Tours en novembre 1929; elle donna immédiatement les résultats audacieusement attendus (3 000 ch au lieu de 2 000) et permit bientôt, le 24 mars 1931, de couvrir les 584 km qui séparent Paris-Austerlitz de Bordeaux-St-Jean avec une charge de 450 t à la vitesse commerciale record de 100 km/h.

Finalement, la puissance maximum au crochet en régime continu à 110 km/h des « Pacific » transformées (fig. 1) est passée de 1 450 à 2 700 ch, et la consommation par cheval-heure est tombée de 2 400 kg à 1 100 kg. C'est ce qu'illustre la figure 2.

Les réseaux français ont largement profité de ces améliorations; ils en ont fait de nombreuses applications, notamment sur leurs machines « Pacific » (231), « Mountain » (241), « Mikado » (141) et « Ten Wheel (230).

LA PACIFIC TRANSFORMÉE

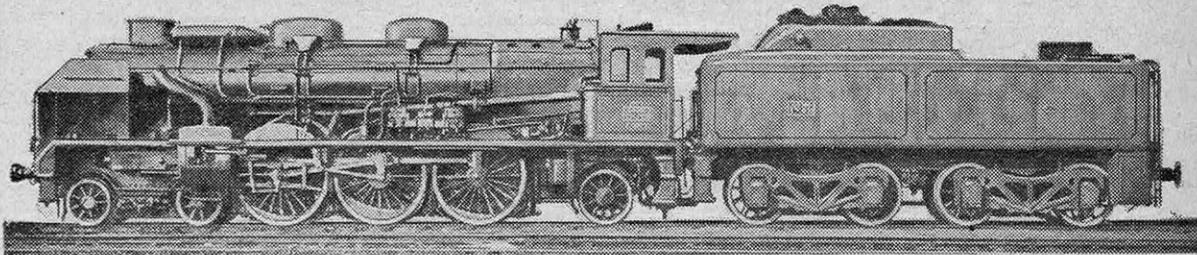
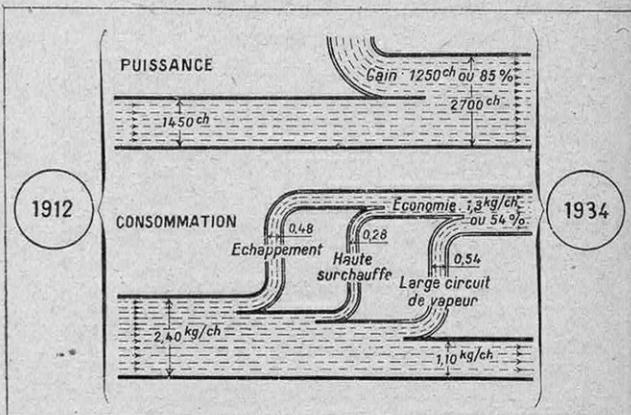


FIG. 1 ET 2. — PACIFIC TRANSFORMÉE ET GRAPHIQUE MONTRANT L'AugMENTATION DE PUISSANCE ET LA RÉDUCTION DE CONSOMMATION OBTENUES POUR UNE VITESSE DE 110 KM/H

Grâce à l'augmentation des sections de passage de la vapeur, à une surchauffe plus poussée, aux améliorations apportées à la chaudière et à l'échappement, la puissance maximum au crochet de traction est passée de 1 450 ch (Pacific ancienne) à 2 700 ch. La consommation de charbon est tombée de 2,400 kg à 1,100 kg par ch.h. Le graphique du haut montre l'appoint des 1 250 ch gagnés grâce aux transformations successives reçues. Celui du bas figure dans les diverses dérives, les économies de combustible dues à l'amélioration de l'échappement, à une plus forte surchauffe et à l'augmentation des sections du circuit de vapeur (chiffres correspondant à une puissance de 1 450 ch).



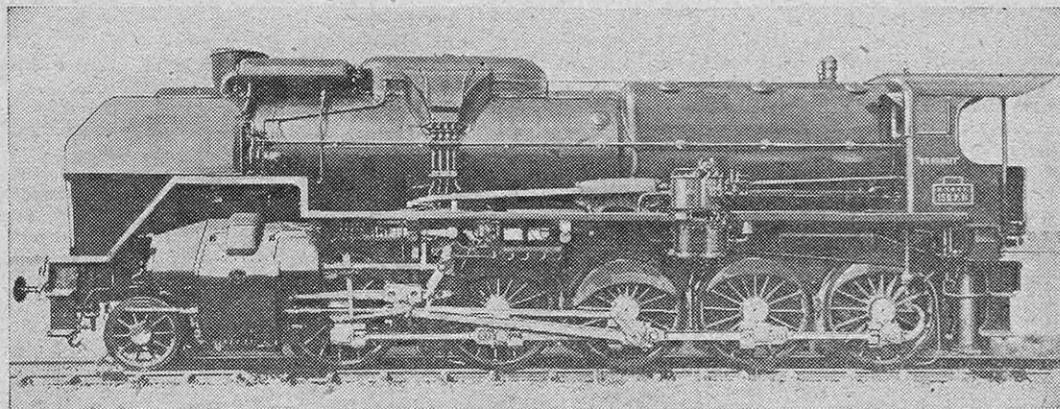


FIG. 3. — LA LOCOMOTIVE 150-P POUR TRAINS DE MARCHANDISES QUI REMORQUE DES TRAINS DE CHARBON DE 2 000 T ENTRE LENS ET LE BOURGET

Ces perfectionnements permirent, dans notre pays, de suivre, pendant un nombre d'années inaccoutumé, la marche ascendante des vitesses et des charges, sans avoir à changer de type de machines. C'est pourquoi les « Pacific », apparues en 1907 et prévues pour remorquer 400 t à 90 km/h en palier, purent, après ces transformations, remorquer des charges de 700 à 800 t à plus de 100 km/h.

Les types récents de locomotives françaises

Depuis 1938, 5 types de machines ont été mis en service en France :

- 2 types rapides : 240-P et 232 R et S;
- 1 type mixte : 141-P;
- 1 type à marchandises : 150-P;
- 1 type tender : 151-TQ.

Le tableau 1 indique les caractéristiques principales de ces machines :

Les deux derniers types ne sont en fait que la reproduction, à quelques détails près, le premier de la 5-1200 Nord, qui assure depuis plusieurs années, avec succès, la remorque des trains lourds de charbon (2 000 t) entre Lens et Le Bourget (fig. 3); le second de la 151 tender de la Ceinture, étudiée et construite en 1928 par Corpet-Louvet.

Les trois autres sont particulièrement dignes de retenir l'attention, parce qu'ils comportent les plus récents perfectionnements apportés en France dans ces dernières années.

Types rapides

Les 240-P (fig. 4) affectées aux lignes du Sud-Est, notamment entre Paris et Dijon, dérivent des 240-700 du P.O., provenant elles-mêmes de la transformation en 1932-1934 des locomotives « Pacific », série 4 501 à 4 570 à vapeur saturée de 1907. Elles diffèrent de leur prototype par l'application d'un chargeur mécanique (stoker), par un léger agrandissement des cylindres basse-pression (650×690 mm au lieu de 630×650 mm), par un relèvement du tablier au-dessus des roues, et par un habillage ne laissant apparaître aucune tuyauterie à l'extérieur. Ces machines, qui ont atteint la plus haute puissance massive réalisée jusqu'ici par une locomotive à vapeur, ont pu développer 3 300 ch au crochet à 100 km/h, correspondant à 4 400 ch environ aux cylindres.

Indépendamment des améliorations déjà signalées, ce nouveau record est dû :

- 1^o au relèvement du timbre de 17 à 20 Hpz (1),
- 2^o à l'emploi d'une chaudière courte avec tubes à ailettes et foyer étroit et profond, apte aux coups de collier et présentant une robustesse remarquable. On a pu ainsi éviter l'adjonction d'un essieu porteur à l'arrière et économiser un poids de près de 20 t.

Ces machines ont accompli des performances exceptionnelles. Citons, en particulier, le trajet Les Laumes-Blaisy (31,2 km) en rampe moyenne de 5,33 mm/m, se terminant par une rampe de 8 mm/m sur 8 km, effectué avec une charge remorquée de 800 t en 17 mn 29 s, soit à la vitesse moyenne de 107,2 km/h avec maximum de 114 km/h et minimum de 97 km/h au sommet. A cet instant, la puissance brute au crochet du tender, qui n'avait cessé de croître pendant toute la montée, atteignait 3 300 ch et le niveau d'eau maintenu à peu près constant pendant tout le trajet était encore de 1/4 de tube à la fermeture du régulateur. Ramenée en palier et à vitesse uniforme, la puissance moyenne développée pendant l'ensemble de ce parcours avait été de 3 190 ch.

Avec 510 t au lieu de 800, la vitesse moyenne avait atteint 120 km/h avec maximum de 130 et minimum de 110, la puissance ramenée en palier et mouvement uniforme étant de 2 682 ch.

Il est intéressant de rappeler que le prototype de ces machines avait permis, en 1935, de réaliser des vitesses moyennes de plus de 120 km/h avec des trains de 650 t entre Paris et Calais, le maximum exceptionnellement autorisé pour ces essais, soutenu normalement sur les parties de voies en palier, ayant été porté à 140 km/h.

Une machine du même type, en 1938, avait pu remorquer 8 fois consécutives les trains rapides 11 et 12 entre Paris et Lyon, accomplissant ainsi, après un parcours d'essai déjà effectué de 5 180 km express, un nouveau parcours de 4 096 km à la vitesse de régime de 120 km/h, sans que l'on ait eu à relever le moindre incident. Le temps total gagné sur un horaire déjà extrêmement tendu s'élevait à 195 mn, soit à 24,5 mn par train.

Les locomotives 232 R et S (fig. 5), étudiées par M. de Caso pour le réseau du Nord, sont des machines de conception entièrement nou-

(1) Un Hpz (hectopièze) vaut 1,02 kg/cm².

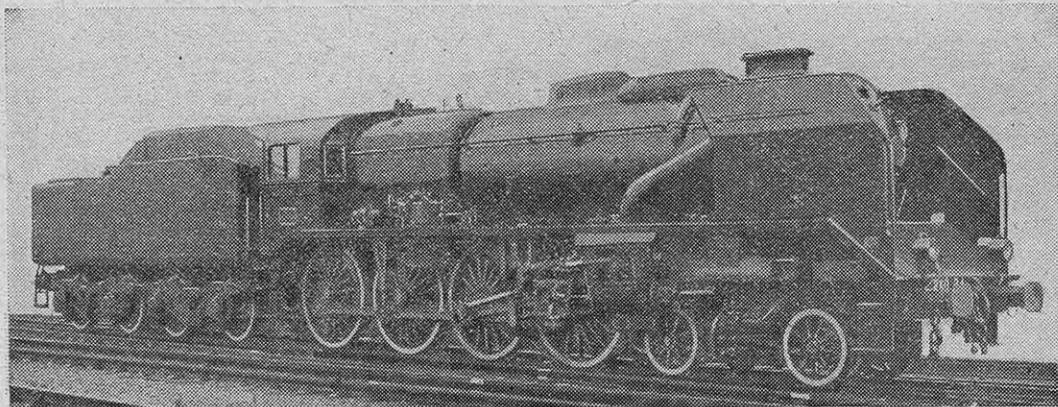


FIG. 4. — LE MACHINE RAPIDE 240-P DE LA S. N. C. F.

Cette machine a atteint la plus grande puissance massique et a pu développer 3 300 ch au crochet à 100 km/h. Avec une charge de 800 t, elle passait le sommet de la rampe de 8 mm/m, entre Les Laumes et Blaisy, à 97 km/h.

velle, visant à la fois à la robustesse, à la puissance et au rendement.

Les unes, compound à 4 cylindres, les autres à simple expansion 3 cylindres se distinguent :
1° par leur chaudière de grandes dimensions, ayant 5,175 m² de surface de grille, timbrée à 20 Hpz;

2° par un moteur à cylindres de grand volume, à larges sections de passage de vapeur et distribution par soupapes à cames rotatives;

3° par un châssis en barres, robuste, des boîtes d'essieux moteurs largement dimensionnées et des boîtes à rouleaux pour les essieux porteurs;

4° par l'emploi d'un stoker.

Au cours de ses essais de mise au point, la compound 232 S 3 a pu remorquer une charge de 710 t entre Laroche et Dijon, atteignant 118 km/h à son passage à Thénissey, 15 km après l'arrêt des Laumes. La puissance brute développée au crochet de traction du tender à cet instant était de 3 100 ch.

Type mixte

Les locomotives 141-P (fig. 6) sont les premières machines entièrement étudiées par la Division des Etudes des locomotives de la S.N.C.F. Il s'agissait de construire des locomotives mixtes, dont le besoin se faisait plus particulièrement sentir.

On décida de partir d'une machine existante, à laquelle on ferait subir un certain nombre de modifications. On choisit la locomotive 141-C du P.L.M. qui existait déjà à 686 exemplaires et dont on conserva le type de chaudière et la disposition des roues. On renforça tous les organes, en particulier, le châssis, les essieux, le mécanisme, et l'on simplifia encore la distribution en se contentant d'actionner les cylindres haute et basse pression par le même mouvement, ce qui semblait possible sans perdre ni en puissance, ni en souplesse, ni en économie, grâce aux perfectionnements récents de nos compound françaises.

Afin de réduire les dimensions des cylindres en ne nuisant ni à la puissance, ni au rendement, et ceci dans le but de limiter l'importance des masses à mouvement alternatif, le timbre fut porté de 16 à 20 Hpz et les cylindres basse pression ramenés de l'extérieur à l'intérieur des longerons. La surchauffe fut portée en même

temps de 300 à 400°. Les tiroirs cylindriques furent conservés pour n'avoir pas à changer les habitudes des nombreux dépôts parfois peu importants qui devaient recevoir ces machines; mais on augmenta considérablement les sections de passage de vapeur et l'on adopta au groupe à basse pression le système Willoteaux à double admission et double échappement qui, tolérant de moindres déplacements, permet de réduire aussi les forces d'inertie agissant sur le mécanisme de distribution. Enfin, comme sur les 2 types précédents, le stoker fut adopté.

Cette machine a donné les meilleurs résultats. Elle s'est révélée apte aux services les plus divers, depuis les trains rapides tractés à grande vitesse, qui étaient autrefois l'apanage des « Pacific », jusqu'aux trains lourds à marche lente sur lignes accidentées. C'est ainsi qu'entre Les Laumes et Blaisy, avec une charge de 690 t, on a pu aisément soutenir une vitesse moyenne de 100 km/h, le passage au sommet de la rampe de 8 mm/m s'effectuant à 92 km/h, la puissance brute développée au crochet de traction atteignant à ce moment-là 2 850 ch.

Sur la ligne accidentée de Lyon à Saint-Germain-des-Fossés par Saint-Etienne, en rampe de 14 mm/m, avec 550 t, on a atteint la vitesse de 70 km/h, la puissance brute développée au crochet étant de 2 600 ch, correspondant à 3 000 ch ramenés en palier. En rampe de 6 mm/m, on a atteint 105 km/h avec 2 800 ch bruts et 3 000 ch ramenés en palier. Sur profil facile, on soutient aisément, aux crans de marche les plus faibles (10 % d'admission) la vitesse de 110 à 115 km/h avec pointe à 125.

Essayée au Banc de Vitry (1), l'une de ces machines a pu développer en régime continu une puissance de 2 750 ch à la jante des roues motrices à 70 km/h, contre 1 875 ch pour la machine 141 C, type 1913, qui lui a servi de prototype, en dépensant le même poids de vapeur (16 t à l'heure); c'est un gain de 875 ch ou un accroissement de rendement de 46,7 %. De plus, le plafond de puissance en régime continu a été reculé jusqu'à 3 200 ch à la jante pour une allure de 19 t d'eau consommée à l'heure, soit un accroissement de puissance de 1 325 ch ou de 70,5 %.

(1) Voir : « Stations d'essais de locomotives » (Science et Vie, n° 182, août 1932, p. 93).

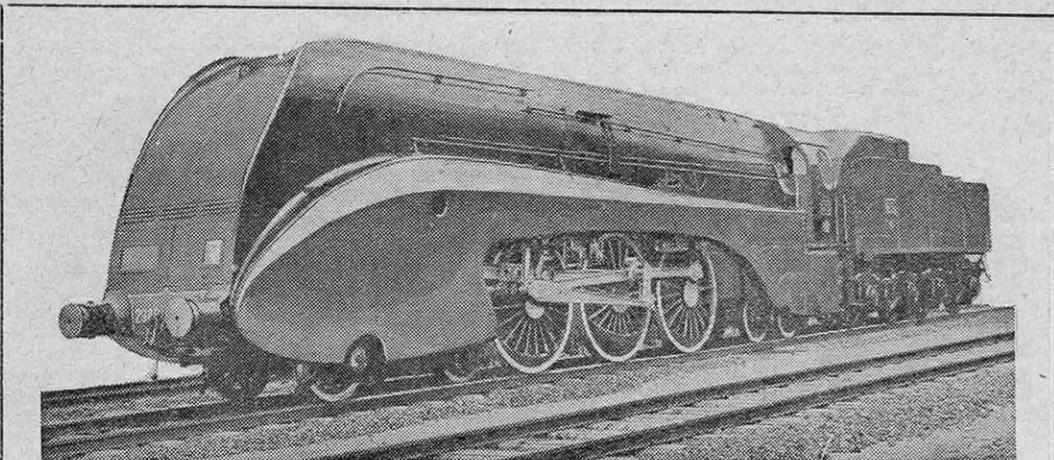


FIG. 5. — LA LOCOMOTIVE 232 DE LA S. N. C. F.

Il existe deux types de cette machine : la 232-R qui est à simple expansion; la 232-S, qui est compound. L'une de ces dernières a pu remorquer une charge de 710 t entre Laroche et Dijon, atteignant 118 km/h à Thénissey (rampe de 5 mm/m), 15 km seulement après l'arrêt des Laumes.

Locomotive à 3 cylindres

On comprendra qu'en présence de tels résultats on puisse rester particulièrement attaché au maintien dans les projets futurs des caractéristiques qui ont permis de les obtenir et parmi lesquelles figure toujours en bonne place le *mode compound*.

On arrive toutefois, dans les machines d'une puissance encore accrue, à des dimensions telles qu'il devient difficile de loger à l'intérieur des longerons 2 cylindres de grand volume, fussent-ils tous les deux à haute pression, parce qu'il ne reste plus assez de place disponible pour installer un essieu coudé muni à la fois de flasques et de boîtes suffisamment larges et robustes.

On a alors pensé à réunir ces 2 cylindres intérieurs en un seul et à revenir ainsi à la disposition *compound* à 3 cylindres qui, jusqu'ici, malgré certains succès obtenus notamment en Angleterre (machines de vitesse) et en Suisse (machines mixtes), ne s'était pas répandue.

L'examen approfondi de la question montre cependant qu'il y a là une voie intéressante, et l'on transforme en ce moment, suivant cette disposition, une locomotive de grande puissance, l'ancienne 241 101 à simple expansion, 3 cylindres, construite en 1932 pour le réseau de l'Etat. Cette machine du type « Mountain » (241) va toutefois devenir une 242, l'expérience ayant démontré qu'en égard au poids maximum par essieu jusqu'ici admis en France (20 t) il n'était pas possible d'établir sur le type 241 une machine de 5 m² de surface de grille ayant un châssis assez robuste pour éviter les incidents de boîtes d'essieux et de mécanisme quand on lui demande la puissance et la vitesse qu'on est en droit d'attendre d'elle. Un poids supplémentaire de 15 t exigé par le renforcement du châssis a, en effet, été reconnu nécessaire; mais ce serait une erreur de croire que cet alourdissement doit diminuer la *puissance massive* de la machine. Au lieu des 2 800 ch indiqués, initialement prévus, pour une poids de 128 t., elle pourra, dans l'avenir, en développer 4 500 pour 143 t et son poids par ch baissera finalement

considérablement puisqu'il passera de 45,7 kg à 31,50 kg.

Programme de transition

Les machines 141-P, 150-P et 151-TQ font l'objet des programmes de construction en cours ou exécutable dans un proche avenir.

On y a joint une locomotive de manœuvres puissante, la 050-TO qui reproduit très sensiblement la machine du même type établie en 1909 pour la ligne à fortes rampes de Béziers à Neussargues du réseau du Midi.

Ces quatre types, qui présentent nécessairement entre eux d'assez grandes différences puisqu'ils ne résultent pas d'une conception unique et ne peuvent en fait comporter aucune pièce commune en dehors de certains organes accessoires, sont donc des types de *transition* qui permettront d'attendre la mise en œuvre d'un plus large programme d'avenir.

La locomotive à vapeur devant les besoins futurs

Ce nouveau programme vise un double but : répondre aussi complètement et aussi économiquement que possible aux besoins des années plus lointaines.

Si, en l'absence de toute connaissance précise de ces besoins, on examine déjà quelle a été jusqu'ici l'évolution *normale* de la locomotive à vapeur en France, on s'aperçoit qu'un type de puissance donnée a pu répondre en général aux nécessités du service pendant une période de 20 ans. C'est ce qui s'est passé pour la « Crampton » de 400 ch apparue vers 1850, pour la machine « Outrance » de 750 ch, apparue vers 1870, pour la *compound* à 4 cylindres de 1 000 ch, apparue vers 1890 et pour la « Pacific » de 2 000 ch, apparue vers 1910. Enfin, la machine de 3 000 ch provenant de la transformation, à partir de 1930, de la locomotive ci-dessus, était déjà avant guerre utilisée normalement à sa pleine puissance.

Nous en étions en 1940 à la machine de 4 000 ch, mais il faut bien reconnaître que cette puis-

sance, obtenue avec les locomotives 240-P et 141-P, est fréquemment atteinte en service, qu'il s'agisse de remorquer des trains en surcharge ou de rattraper des retards toujours fréquents et inévitables.

Si l'on admet donc que la puissance de 4 000 ch caractérisait la machine de 1940, et si l'on extrapole les courbes d'évolution, non pas suivant une loi de croissance indéfinie, mais plus modestement suivant une loi de croissance biologique (fig. 7), il ne semble pas que l'on puisse se tromper beaucoup en prévoyant pour la période des 20 ans qui s'étendra de 1950 à 1970 une puissance d'au moins 5 000 ch.

Mais ceci ne tient pas compte des perturbations considérables qui résulteront de la guerre et dont l'une des moindres ne sera certainement pas l'énorme concurrence de l'automobile et de l'avion.

Le moment est donc critique, et le choix que l'on fera dans l'élaboration des programmes futurs aura une incidence directe sur les conditions de notre redressement national.

Quel que soit, en effet, le rôle qu'auront à jouer ces concurrents dans la reconstruction française, il ne faut pas oublier que le chemin de fer bénéficiera toujours d'une énorme supériorité, transportant, à puissance égale développée, des charges dix fois plus grandes que l'automobile et 30 fois plus grandes que l'avion.

C'est pourquoi le rail constitue par excellence le mode de transport des masses lourdes à grande vitesse et à arrêts espacés. Il assurera d'autant mieux son avenir en rendant d'autant plus de services à l'économie du pays, qu'abandonnant délibérément un champ de pénétration (les lignes secondaires), que, faute de mieux, il avait occupé jusqu'ici, il cherchera à affirmer davantage son caractère, tendant, par exemple, à offrir aux voyageurs de longs parcours des vitesses de 140 à 200 km/h avec arrêts espacés tous les 300 km, ou amenant aux gares centes du service routier des express lourds accélérés, marchant à 100 ou 140 km/h et s'arrêtant tous les 50 ou 100 km...

Le programme d'avenir

Les indices que l'on peut avoir sur le climat qui devrait être celui d'après guerre en matière de transports, incitent donc à prévoir au programme des constructions futures des machines

répondant, non seulement aux besoins normaux, conséquences d'une évolution continuellement progressive, mais répondant aussi aux exigences nouvelles probablement plus impérieuses encore qui devraient être celles d'un pays ayant à renaître de ses ruines.

Indépendamment de ces considérations, l'économie que l'on recherche dans l'exploitation entraîne d'autres exigences.

Pour que la construction, l'entretien et la réparation du matériel puissent être organisés dans les conditions économiques et techniques les plus favorables, il est nécessaire de procéder par paliers, c'est-à-dire d'envisager des programmes d'une certaine durée pendant laquelle aucun modèle nouveau ne sera créé. A ce point de vue, il semble que l'on doive être suffisamment à l'abri des surprises en envisageant des programmes décennaux qui laissent en outre un temps suffisant aux constructeurs pour organiser la fabrication et amortir les outillages; l'entretien et la réparation en profiteront au même titre. Quant aux Bureaux d'études, ils auront le temps nécessaire pour établir les plans des prototypes, pour les construire et les mettre au point de manière à être prêts, au début de chaque période décennale nouvelle, à lancer les commandes d'un matériel adéquat.

En fait, si nos chemins de fer avaient travaillé suivant cette méthode depuis le milieu du siècle dernier jusqu'en 1930, par exemple, quatre types pour chaque genre de service : voyageurs, mixte, marchandises, manœuvres, soit seize en tout auraient suffi, tandis que dans la même période il en a été construit plus de 210 pour l'ensemble de sept réseaux, soit 30 par réseau.

Les conditions de succès d'un tel programme sont au premier chef :

- 1° l'unification,
- 2° l'adoption de dispositions constructives appropriées.

L'unification doit tenir compte :

- du grand nombre de locomotives des types les plus divers déjà en service;
- de la longue durée d'amortissement de ce genre de matériel;
- de la nécessité de satisfaire à chaque instant aux besoins du progrès.

Mais, pour que l'unification soit capable de porter tous ses fruits, elle doit être massive, c'est-à-dire s'appliquer au nombre maximum de matériel en service.

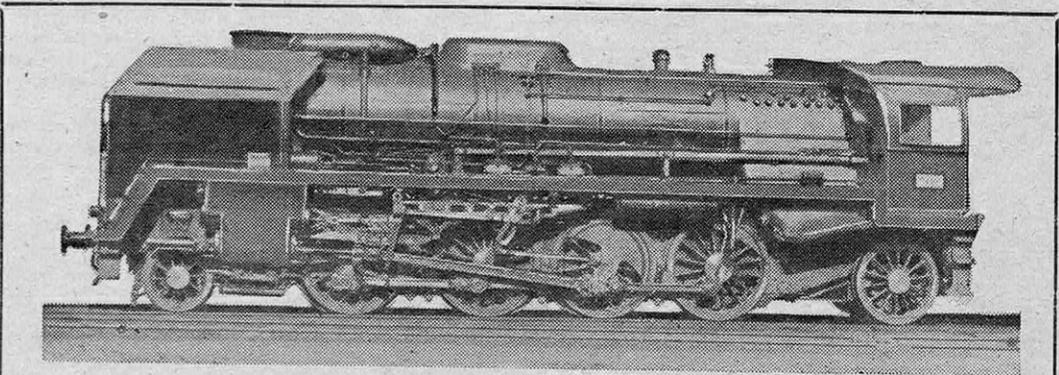


FIG. 6. — LE LOCOMOTIVE 141-P

Cette machine s'est révélée apte à assurer les services les plus divers, depuis les trains rapides jusqu'aux trains lourds sur lignes accidentées.

Il n'est pas possible, sans cela, d'amortir les dépenses engagées pour les études, la mise au point et la réalisation des dispositions standardisées.

Il n'est pas possible non plus de bénéficier des économies d'exploitation qui résultent automatiquement de l'emploi en très grand nombre d'engins constitués d'éléments identiques.

On voit donc assez nettement qu'il sera nécessaire, pour aboutir, de procéder par voie de renouvellement global du matériel.

Il y a donc intérêt à amortir le plus rapidement possible les locomotives qui ont dépassé

L'effectif devra donc être constitué surtout de machines nouvelles répondant au mieux aux conditions requises de l'unification et de la robustesse constructive.

Les types de locomotives envisagés

Dans ce but, on a envisagé d'adopter un type de machine unique construit en un nombre de variantes tel qu'il soit satisfait aux exigences de chacun des principaux genres de service : voyageurs, mixte, marchandises.

Quatre types répondront à ces conditions :

— Pour les voyageurs : un type 242 pour les rapides lourds, et un type 232 pour les liaisons ultra-rapides ;

— Pour le service mixte : un type 142 ;

— Pour le service à marchandises : un type 152.

On les a dotés de la même chaudière, à la longueur près, du même moteur, des mêmes essieux avec leurs boîtes, des mêmes bissels (1) et des mêmes bogies, tous les accessoires : réchauffeur, pompe à air, injecteurs, robinetterie, étant naturellement identiques.

En accédant à la plateforme de l'une de ces machines, si l'on a omis avant de monter d'examiner le train de roues, absolument rien ne permettra de reconnaître si l'on se trouve à bord de la machine à marchandises ou de la machine de rapides par exemple.

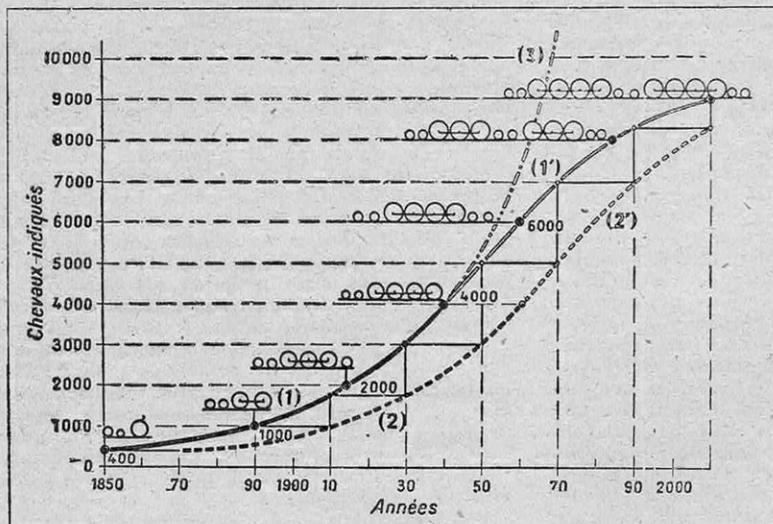


FIG. 7. — L'ÉVOLUTION PROBABLE DE LA LOCOMOTIVE A VAPEUR

La courbe 1 montre la variation de la puissance indiquée des locomotives françaises de 1850 à 1940. La courbe 1', extrapolation de la précédente, montre que la puissance probable sera d'au moins 5 000 ch de 1950 à 1970. Enfin, la courbe 2 et son extrapolation en 2' indiquent les moments à partir desquels une puissance donnée devient insuffisante.

l'âge moyen. Quant au matériel plus jeune, constitué en majorité par des machines « Consolidation », « Mikado », « Pacific » et « Decapod », il pourra être modernisé lors des grandes réparations en lui faisant subir les modifications nécessaires, pour en améliorer le rendement thermo-dynamique, ainsi que la tenue des organes mécaniques, et pour en normaliser le plus grand nombre possible d'éléments constitutifs.

Il ne faudra d'ailleurs pas abuser de ces expédients au détriment des constructions neuves. Si l'on envisage, en effet, le nombre de locomotives à commander par an, en supposant que tout se passe avec une continuité parfaite et que l'âge moyen de 30 ans en 1940 doit être maintenu en admettant 90 ans comme âge le plus élevé de la machine la plus ancienne, il y aurait lieu de renouveler en 60 ans le parc de nos 15 000 machines, ce qui fait 250 machines par an, et, si l'on admettait que l'âge maximum d'une machine donnée ne doit jamais dépasser 60 ans, ce qui serait plus normal, c'est 500 locomotives par an qu'il y aurait lieu de commander. On se rend ainsi compte du vieillissement extrêmement rapide qui serait celui de notre parc, si l'on ne s'astreignait pas à commander très rapidement, dans les années qui viennent, un nombre important de machines neuves.

La question d'unification étant ainsi résolue, on a prévu un certain nombre de dispositions d'ordre constructif qui ont déjà fait leurs preuves et qui, s'accommodant de la banalité des équipes, permettront un service intensif avec le minimum de frais d'entretien.

Parmi ces dispositions citons les suivantes :

— Les boîtes à rouleaux qui règlent la question du graissage et suppriment les incidents de chauffage ainsi que les immobilisations nombreuses et prolongées qui en résultent.

— Les châssis monobloc dans lesquels disparaissent les assemblages qui s'ébranlent en service et donnent lieu lors des démontages à des frais de main-d'œuvre importants.

— La rigidité de ces châssis qui assure à la machine une assise indéformable, supprimant les causes de multiples avaries.

— Les boîtes d'essieux à déplacement transversal rappelé, permettant l'inscription dans les courbes et les appareils de voie, sans entraîner d'usures prématurées de la table de roulement des bandages, comme cela se produit quand on emploie, dans le même but, des boudins amincis.

— Les coins de rattrapage de jeu automati-

(1) Essieu porteur pouvant pivoter autour d'un axe vertical.

SERVICES RAPIDES

FIG. 8. — LA 242

Cette machine est prévue pour remorquer jusqu'à 950 t à 120 km/h sur lignes à rampes de 5 mm/m; vitesse maximum, 140 km/h.

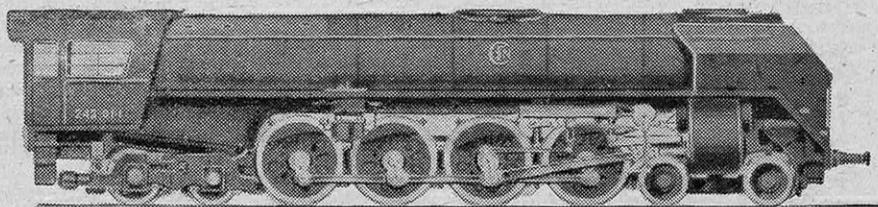
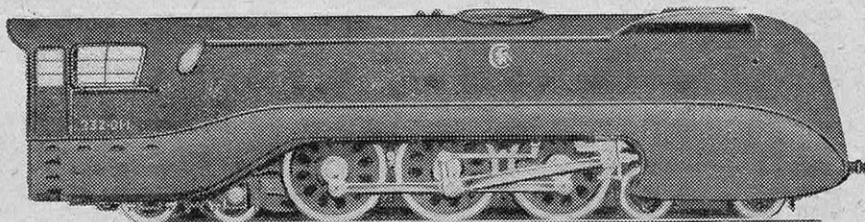


FIG. 9. — LA 232

Cette machine est destinée à la traction de trains lourds ultrarapides (650 t à 140 km/h sur lignes à rampes de 5 mm/m). Vitesse maximum : 200 km/h.



SERVICES MIXTE ET MARCHANDISES

FIG. 10. — LA 142

Prévue pour remorquer jusqu'à 1200 t à 90 km/h sur lignes à rampes de 5 mm/m, cette machine a une vitesse maximum de 110 km/h.

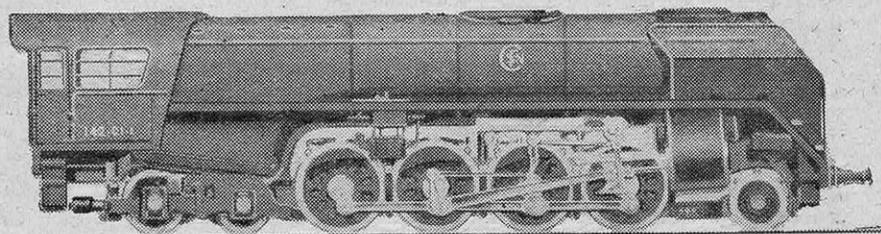
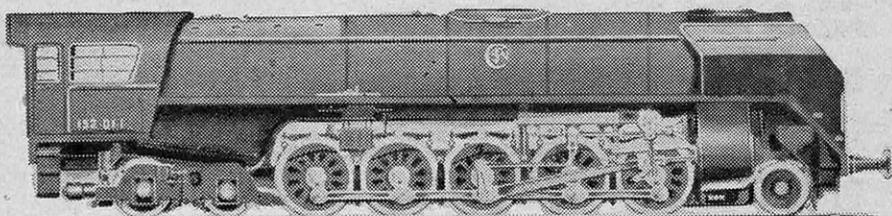


FIG. 11. — LA 152

Cette puissante machine assurera la traction de trains de 2000 t à 70 km/h sur lignes à rampes de 5 mm/m. Sa vitesse maximum atteindra 110 km/h.



REMORQUE DE RAMES LÉGÈRES ULTRA-RAPIDES

FIG. 12. — LA 230

Cette locomotive aérodynamique remorquera des rames de 250 à 300 t à 150 km/h sur lignes à rampes de 5 mm/m. Vitesse maximum : 200 km/h.

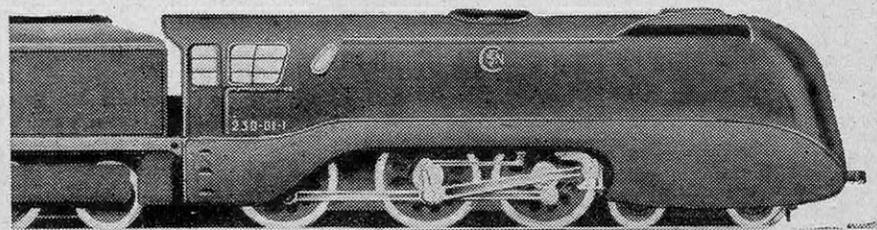
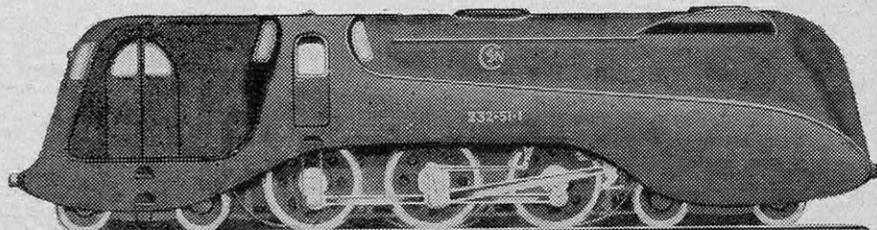


FIG. 13. — LOCOMOTIVE-TENDER-FOURCON

Conduite par un seul homme, grâce à la chauffe au mazout, cette machine est prévue pour remorquer de 150 à 180 t à 80 km/h sur lignes à rampes de 15 mm/m et de 200 à 250 t à 120 km/h sur lignes à rampes de 5 mm/m.



que qui limitent constamment le jeu qu'auraient tendance à prendre les boîtes dans leurs glissières, supprimant ainsi les chocs qui ébranlent tout l'ensemble de la machine.

— *Les roues à rais élargis* assurant une meilleure tenue de la jante et par suite du bandage dont l'épaisseur a elle-même été accrue (90 mm au lieu de 75) pour tendre au même résultat et prolonger les parcours entre 2 rafraîchissements successifs.

On a pu également, grâce à l'élévation de la limite du poids par essieu, qui sera portée de 20 à 23 t, donner à l'ensemble des pièces de ces machines, indépendamment de leur tracé qui tient compte des derniers progrès de la technique, des dimensions en rapport avec les efforts auxquels elles sont soumises.

Au point de vue de la conduite et de l'entretien, on a adopté le *stoker* qui libère la machine des entraves qu'impose à sa puissance la résistance physique ou la volonté du chauffeur et qui permet, dans tous les cas, de lui faire rendre toute la puissance dont elle est capable, exactement comme cela se passe dans le cas d'une locomotive Diesel ou électrique.

On a adopté également les dispositifs *d'épuration des eaux* qui ont donné déjà les résultats les plus substantiels et qui permettent de réduire dans des proportions très importantes les frais de réparations de chaudières, poste qui justement grevait le plus lourdement le compte d'entretien des locomotives à vapeur.

Comme nous y avons déjà fait allusion, le *mode compound* a été maintenu dans un but d'économie et de puissance et, sous réserve des résultats que nous allons vérifier sur la locomotive 242 A-I, il sera réalisé sous la forme à 3 cylindres, d'une part, dans un but de simplicité et, d'autre part, comme nous l'avons vu, pour permettre l'installation d'un essieu coude muni de flasques et de boîtes suffisamment robustes.

Le dispositif de démarrage comportera une simple introduction de vapeur vive au réservoir intermédiaire à la pression relativement élevée de 16 atm qui permettra d'obtenir un couple considérable.

La chaudière sera à foyer Belpaire, c'est-à-dire à partie haute de section transversale rectangulaire, donnant un large plan de vaporisation avec une grille de 6 m² de surface, un timbre de 22 Hpz et une température de surchauffe de 425°.

Les services rapides

La figure 8 donne un aperçu de ce que sera la locomotive 242, montée sur roues de 1,950 m. Elle est prévue pour remorquer jusqu'à 950 t à 120 km/h sur lignes à rampes de 5 mm/m. Sa vitesse maximum est de 140 km/h. Son poids par essieu atteindra 23 t. C'est la machine apte à remorquer tous les trains rapides lourds sur nos grandes artères. Elle pourra également y assurer la remorque des trains de messageries.

La figure 9 représente la locomotive 232. C'est une machine carénée, à très grande vitesse, destinée à assurer les trains lourds ultra-rapides, qui pourra remorquer jusqu'à 650 t à 140 km/h, sur les lignes à rampes de 5 mm/m. Sa vitesse maximum pourra atteindre éventuellement 200 km/h; sa charge par essieu est prévue à 23 t, mais elle pourra être portée, le cas échéant, à 25 t sur les lignes où le Service de la Voie le jugera possible.

Le service mixte

La figure 10 montre la locomotive 142, machine mixte de grande puissance à roues de 1,750 m, pouvant remorquer jusqu'à 1 200 t à 90 km/h sur les lignes à rampes de 5 mm/m. Son poids par essieu est de 20 t et pourra éventuellement être porté à 23 t. La vitesse maximum sera de 120 km/h. C'est la machine type pour les trains express à arrêts fréquents et à fortes accélérations.

Le service marchandises

La figure 11 est relative à la locomotive 152 ayant une charge de 20 t par essieu. Elle a des roues de 1,600 m de diamètre. Elle pourra remorquer des trains allant jusqu'à 2 000 t à 70 km/h sur les lignes à rampes de 5 mm/m. Sa vitesse maximum pourra atteindre 110 km/h. C'est la machine lourde des trains de marchandises sur lignes plates ou la machine des trains express lourds sur lignes accidentées à rampes de 10 à 15 mm/m.

Pour les cas où l'adhérence de la locomotive 152 serait insuffisante, ce qui pourra se présenter notamment sur les lignes à fortes rampes des Alpes, du Massif Central et des Cévennes, on a prévu une locomotive articulée du type Garratt ayant l'arrangement d'essieux 142 241 et utilisant les organes de la locomotive 142; châssis, train de roues, chaudière, etc... D'un poids adhérent de 140 t en même temps que d'un poids par essieu relativement faible (17,5 t), cette machine pourra circuler sur les lignes où la limite de 20 t n'aura pu être autorisée. Elle permettra aussi, sur les grandes artères à profil facile, comportant souvent des rampes de 6 à 8 mm/m, d'y remorquer des tonnages nettement plus élevés sans avoir à rompre la charge et sans avoir besoin de renfort.

Les problèmes spéciaux

Enfin, sans attendre l'exécution de ce programme, certains problèmes spéciaux méritent une solution rapide. C'est la remorque de rames légères à très grande vitesse, sur les grandes artères, au lieu et place des services d'autorails tels que nous les avons connus avant guerre: c'est encore le remplacement de ceux-ci sur les lignes secondaires dans les cas nombreux où leur capacité devenait insuffisante.

La première solution est donnée par une locomotive type 230 (fig. 12) aéro-dynamique, compound à 4 cylindres, à distribution par soupapes, qui remorquera des rames de 250 à 300 t à 150 km/h sur les lignes à rampes de 5 mm/m et pourra atteindre éventuellement les 200 km/h. C'est en somme le service de la locomotive 232 ci-dessus, mais pour le cas de rames légères en attendant la mise en marche des trains plus lourds de l'avenir qui ne marcheront d'ailleurs probablement pas à devenir nécessaires à en juger par le succès considérable obtenu dans d'autres pays, notamment aux Etats Unis, par ce genre de service.

La deuxième solution est fournie par une locomotive 232 tender fourgon (fig. 13) conduite par un seul homme, pouvant remorquer 150 à 180 t à 80 km/h sur lignes à rampes de 15 mm/m et 200 à 250 t à 120 km/h sur lignes à rampes de 5 mm/m. C'est une compound à 4 cylindres réalisée sous une forme originale, tous ceux-ci étant extérieurs en vue de simplifier les opérations de graissage et de visite de la part du mécanicien. Elle fonctionnera, en principe, avec

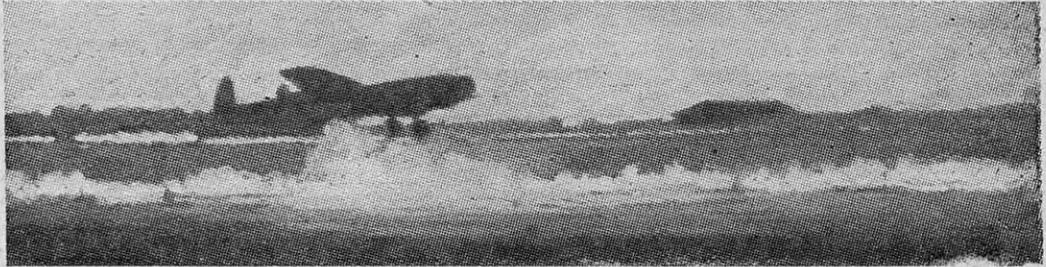
la chauffe au mazout, s'alimentant aux mêmes centres d'approvisionnements que les autorails, mais utilisant un fuel oil lourd à bon marché au lieu du fuel oil spécial que nécessitent les moteurs Diesel. On pourra ainsi améliorer considérablement le service actuel des lignes secondaires et assurer également le service de ramassage sur les grandes artères à l'aide de trains légers à arrêts fréquents, mais à vitesse moyenne élevée, devant servir de collecteurs aux trains rapi-

des qui ne s'arrêtent qu'aux gares principales.

On peut espérer ainsi, lorsque les dispositions nécessaires auront été prises en ce qui concerne la voie, voir circuler entre Paris et nos grandes villes françaises des trains ultrarapides qui permettront d'atteindre en toute sécurité et avec le plus grand confort Le Havre (228 km) en 2 heures, Calais (297 km) en 2 h. 30, Nancy (353 km) en 3 h., Lyon (512 km) en 4 h. 30, etc...

A. CHAPELON.

PLUS DE BROUILLARD SUR LES AERODROMES



UN BOMBARDIER QUADRIMOTEUR AVRO « LANCASTER » DÉCOLLANT À L'AUBE, SUR UNE PISTE ENCADRÉE PAR LES BRÛLEURS DESTINÉS À COMBATTRE LA BRUME

L'ACTIVITÉ de l'aviation a jusqu'ici toujours été réduite par le mauvais temps, et depuis fort longtemps le problème de l'atterrissage sans visibilité, ou par mauvaise visibilité, a préoccupé les chercheurs. Il a pris, avec le développement de la guerre aérienne, une nouvelle acuité. La durée des raids de bombardiers lointains exposait à des changements dans les conditions météorologiques sur les terrains d'atterrissage, et les escadres de bombardiers, ayant échappé à la D. C. A. et combattu victorieusement la chasse adverse risquaient de meurtrières hécatombes dans le brouillard qui dissimulait les pistes et les obstacles du sol. Les systèmes dits d'atterrissage sans visibilité pratiquement en usage exigent un minimum de visibilité au sol, sans lequel la prise de contact des appareils avec le terrain présente de trop graves dangers, surtout pour des appareils de grande vitesse comme les avions militaires.

Dès septembre 1942, des expériences systématiques furent poursuivies en Grande-Bretagne pour supprimer le brouillard ou tout au moins l'atténuer au-dessus des aérodromes. Les méthodes susceptibles d'être mises en œuvre sont assez nombreuses. On peut faire appel aux ultrasons; aux décharges électriques, à certains produits chimiques avides d'humidité, ou encore au froid. Mais on se convainc vite qu'en pratique, seul, le réchauffage de l'atmosphère pouvait convenir pour des opérations sur une aussi grande échelle, puisqu'il fallait envisager de combattre le brouillard sur toute la longueur d'une piste d'atterrissage, de l'ordre de 1 500 m de longueur et sur une hauteur de 120 à 150 m. Une première expérience, à Moody Down (Hampshire) permit de dissiper un brouillard épais limitant la visibilité à 15 m, sur un espace de 200 m², jusqu'à 25 m de hauteur, à l'aide de brûleurs à pétrole. Un succès comparable fut obtenu à Staines avec des brâseros brûlant du coke. Le coke présente l'avan-

tage de dégager moins de fumée, mais exige plus de personnel et un long délai d'allumage.

On s'arrêta donc à la mise en œuvre de brûleurs à essence, alimentés par un réseau de « pipe-lines » enfouis dans le sol, et alignés le long de la piste d'atterrissage. Ils permettaient un allumage pratiquement instantané. Une expérience sur grande échelle fut réalisée le 17 juillet 1943 sur un aérodrome ainsi équipé, où la visibilité au sol passa de 100 m à 1 300 m. Le système définitivement adopté, baptisé « Fido » (initiales de Fog Investigation Dispersal Operation), fut installé sur plusieurs aérodromes et mis en exploitation dès novembre 1943. Il comporte des lignes de brûleurs, des réservoirs et une station de pompage. Le personnel qui les met en œuvre compte 20 hommes. La grande chaleur dégagée par la combustion de l'essence creuse dans le brouillard une véritable tranchée et assure une parfaite visibilité tout le long de la piste d'atterrissage. Une quinzaine d'aérodromes en Grande-Bretagne et un sur le continent ont été ainsi équipés. Ils ont rendu les plus grands services au cours de l'offensive avortée de von Rundstedt dans les Ardennes, et c'est de certains d'entre eux que partirent les De Havilland « Mosquito » pour leurs 36 raids consécutifs sur Berlin, alors que le brouillard couvrait fréquemment les aérodromes civils, parmi lesquels celui de Heath. Dans l'ensemble 100 000 t d'essence furent brûlées, mais on estime, par comparaison avec les aérodromes non équipés, que 2 500 bombardiers lourds et leurs équipages évitèrent des accidents graves.

Une opération de dissipation de brouillard consomme 27 m³ d'essence. On a néanmoins décidé d'appliquer ce système à quelques aérodromes civils, parmi lesquels celui de Heath Row près de Londres, où une piste de 3 400 m, large de 180 m, recevra des brûleurs disposés au ras du sol, qui seront allumés électriquement et instantanément en cas de besoin.

PEUT-ON CONSTRUIRE UN REIN ARTIFICIEL ?

par le Docteur BARGETON

En présence d'un malade menacé d'accidents graves d'urémie, on s'est souvent posé la question : ne serait-il pas possible de suppléer les reins humains déficients par un rein artificiel? Longtemps un tel problème a paru insoluble. Il est encore loin d'être résolu d'une façon pleinement satisfaisante, mais les tentatives faites jusqu'ici sont déjà parvenues à des résultats assez intéressants pour qu'il ne paraisse plus absurde aujourd'hui d'en rechercher une solution couramment utilisable dans la pratique.

On donne du rôle du rein humain une idée bien péjorative en le comparant, comme l'on fait souvent, à un filtre, car il remplit une mission beaucoup plus compliquée.

L'une des fonctions rénales les plus importantes est l'élimination des déchets azotés qui résultent du fonctionnement de toutes les cellules de notre organisme. On sait que, si, expérimentalement, on enlève les deux reins à un animal, ces déchets s'accumulent dans le sang et les tissus, et que l'animal meurt d'urémie en quelques jours, tout comme le malade dont les reins ne fonctionnent plus. Parmi ces déchets, l'urée est le plus abondant, le plus facile à doser; aussi, habituellement, est-ce par le chiffre de l'urée sanguine que l'on apprécie la sévérité de la rétention des déchets azotés, bien que l'urée soit probablement le moins toxique d'entre eux. D'autres corps s'accumulent dans l'insuffisance rénale, acide urique, créatinine, mais aucun d'entre eux, pas plus que l'urée, ne peut expliquer, par sa présence dans le sang à la concentration où on le rencontre chez les urémiques, les accidents observés.

Les déchets les plus nocifs échappent encore à nos méthodes de dosage, mais le chiffre de l'urée sanguine, celui de l'acide urique, de la créatinine et de quelques autres corps azotés servent de témoin pour apprécier la gravité de l'intoxication urémique, car on a tout lieu de penser qu'il existe un certain parallélisme entre la rétention des différentes substances azotées toxiques. Donc, premier rôle à remplir par un rein artificiel : débarrasser le sang des déchets azotés en excès, et l'on jugera de l'efficacité de cette dépuración en dosant l'élimination de l'urée, de l'acide urique et de la créatinine, pour ne citer que ceux de ces déchets que l'on dose le plus commodément. Notons que le rein humain élimine, avec les substances nocives, produits de l'activité des tissus, les toxiques étrangers à l'organisme, poisons absorbés accidentellement et médicaments. Le rein artificiel devra se comporter de même.

Mais le rein humain ne remplit pas ce seul rôle, celui qui le fait comparer à un filtre; il joue aussi à l'égard de la composition du sang celui d'un régulateur. Il contribue, en effet, à maintenir constante la teneur du sang en eau et en sels minéraux, en particulier en chlorure de

sodium, les éliminant abondamment lorsque l'alimentation les apporte en excès, les retenant jalousement lorsque l'organisme est menacé d'un déficit. Lorsque le rein malade ne maintient plus en équilibre la balance de l'eau et du sel, des troubles graves apparaissent, l'enflure, l'œdème bien connu des albuminuriques, ainsi que des accidents nerveux.

Le rein artificiel devra donc ne pas troubler l'équilibre de l'eau et du sel, ou le rétablir s'il a été dérangé, de manière à maintenir constante la concentration saline du sang.

Le rein humain intervient à un autre point de vue dans la constance de la composition sanguine : il contribue à maintenir l'équilibre acido-basique; il fait pour cela la synthèse de l'ammoniaque pour saturer les radicaux acides s'il s'en trouve en excès dans le sang et empêche la déperdition d'une quantité excessive de radicaux alcalins. L'échec du rein malade à maintenir l'équilibre acido-basique entraîne l'accumulation de radicaux acides, l'acidose, qui s'observe souvent dans les néphrites graves et que l'on considère comme responsable, pour une bonne part, des accidents nerveux et des troubles respiratoires observés dans l'urémie.

On demandera donc au rein artificiel de fournir la possibilité de rétablir l'équilibre acido-basique perturbé.

Le rein humain, s'il fonctionne comme un filtre pour les déchets toxiques, comme un régulateur pour maintenir constante la composition du sang en eau et sels, en acides et en bases, joue de plus le rôle d'une barrière imperméable pour les constituants utiles du sang. Il ne laisse échapper ni les globules, ni les albumines du sang, ni un autre corps indispensable, le glucose, tant que sa teneur reste normale dans le sang.

Le rein artificiel que l'on se propose de construire devra donc faire ce travail difficile de choix, éliminer les corps nocifs, permettre de rétablir l'équilibre de certains constituants du sang, empêcher enfin la sortie de ce qui doit rester dans l'organisme.

Ainsi, c'est une tâche très complexe que de corriger le déficit d'un rein insuffisant; sans doute peut-on y remédier dans une certaine limite par les moyens thérapeutiques actuels, mais ces possibilités sont restreintes; un appareil, un rein artificiel serait-il capable de faire

plus et mieux que les traitements existants? En d'autres termes, il convient d'examiner maintenant, non pas les moyens thérapeutiques employés chez les néphrétiques, ce qui nous entraînerait à passer en revue le traitement des maladies des reins, mais quelles sont les possibilités de ces moyens, leurs limites, pour prévoir si un rein artificiel serait capable de faire mieux.

Les limites des moyens thérapeutiques actuels et ce que l'on demande au rein artificiel

Que peut-on attendre des moyens thérapeutiques actuels dans le traitement d'une maladie des reins? Toutes les fois que cela est possible,

on s'attaque à la lésion rénale elle-même : c'est notamment le cas lorsqu'il s'agit de calculs que le chirurgien peut enlever, ou d'une atteinte infectieuse, syphilitique par exemple, contre laquelle on dispose d'un traitement efficace. Mais, bien plus souvent, la cause de la maladie elle-même n'est pas accessible à la thérapeutique; on s'efforce alors d'améliorer le fonctionnement rénal soit directement par l'emploi de diurétiques qui augmentent la sécrétion de l'urine, soit indirectement en agissant sur la circulation par des médicaments ou par des opérations chirurgicales portant sur les nerfs qui contrôlent l'irrigation sanguine des reins.

Dans bon nombre de cas, on ne peut ni guérir la lésion rénale, ni rétablir suffisamment le fonctionnement des reins; on cherche alors à corriger les conséquences d'un déficit fonctionnel que l'on ne peut empêcher, et les résultats obtenus dans ce sens sont très inégaux.

En contrôlant l'apport d'eau et de sel on parvient à rétablir un équilibre rompu. On sait que, chez les albuminuriques, l'enflure, les œdèmes disparaissent le plus souvent sous l'influence d'un régime hypochloruré ou déchloruré. Si au contraire l'organisme s'est appauvri en sel, on donne du chlorure de sodium par la bouche ou en injections. Si des radicaux acides s'accumulent, on combat efficacement l'acidose par du bicarbonate de soude ou des injections de sérum bicarbonaté.

On est beaucoup moins bien armé pour empêcher l'accumulation de déchets azotés, conséquence d'une élimination insuffisante. On peut en diminuer la formation en réduisant au minimum dans le régime les aliments azotés, mais on est très vite limité dans cette restriction car, pour maintenir l'équilibre nutritif, on ne peut pas diminuer de façon durable l'apport alimentaire en protéines notablement au-dessous de 1 gramme par kilogramme de poids corporel et par jour. D'ailleurs, même si l'on suppri-

me toute alimentation azotée, l'organisme se nourrirait aux dépens de ses propres protéines; il y a donc une production minimum de déchets azotés que l'on ne peut éviter par le régime le plus sévère, et des accidents surviendront si les reins ne peuvent même pas éliminer ce minimum.

On sait que l'urée passe dans la sueur, dans les vomissements et dans le contenu intestinal; des tentatives ont été faites pour utiliser ces voies d'élimination de secours lorsque l'élimination rénale ne suffit pas, mais les quantités d'urée dont on se débarrasse par ces voies sont si faibles que l'on doit renoncer à obtenir ainsi un résultat pratique. On voit donc que l'accumulation de déchets azotés est, dans les maladies des reins, le trouble que l'on corrige le

moins bien, celui contre lequel les moyens thérapeutiques sont le plus vite limités.

Or, ces corps sont tous diffusibles: il est donc logique de se demander si l'on ne pourrait pas en débarrasser l'organisme par dialyse, autrement dit si un dialyseur convenablement construit n'éliminerait pas des toxiques que le rein malade laisse s'accumuler. Un tel appareil, un rein artificiel, n'aurait donc pas à faire tout le travail d'un rein normal; on lui demanderait seulement de remplir celle des fonctions rénales dont la thérapeutique actuelle corrige le moins

bien les troubles: l'élimination des déchets azotés.

Il était indispensable de bien préciser ce que l'on demande à un appareil destiné à suppléer un rein malade. Le problème ainsi posé, on peut examiner les solutions qui en ont été données et juger si ce qui a été réalisé mérite bien, sans trop d'ambition déplacée, le nom de rein artificiel.

Les réalisations pratiques

Le principe du rein artificiel est simple: on branche sur la circulation un dialyseur traversé par le sang qu'il s'agit de débarrasser des corps toxiques diffusibles qui s'y sont accumulés.

Dans l'appareil, le sang est séparé par une membrane semipermeable d'un liquide convenablement choisi. Ce liquide est isotonique au sang; il a la même pression osmotique que lui; il n'y aura donc pas passage d'eau; il contient, à la même concentration que le sang, ceux des constituants sanguins (notamment chlorure de sodium et glucose) qui doivent rester dans l'organisme; quant aux protéines sanguines, elles ne peuvent traverser la membrane semipermeable. Ainsi on ne modifiera pas l'équilibre aqueux et salin du sang; on évitera la sortie des corps utiles; seules diffuseront les substances de déchet, urée, acide urique, créatinine et les autres composés azotés diffusibles non identifiés chimiquement qui les accompagnent et dont la

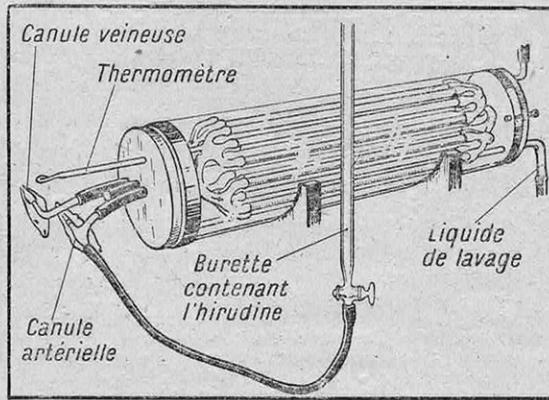


FIG. 1. — VUE PERSPECTIVE DU DIALYSEUR DE ABEL, ROWNTREE ET TURNER (MODÈLE A 16 TUBES)

Dans ce modèle, le sang traverse de gauche à droite un faisceau de huit tubes dialyseurs montés en parallèle et revient de droite à gauche en traversant un faisceau identique de huit tubes.

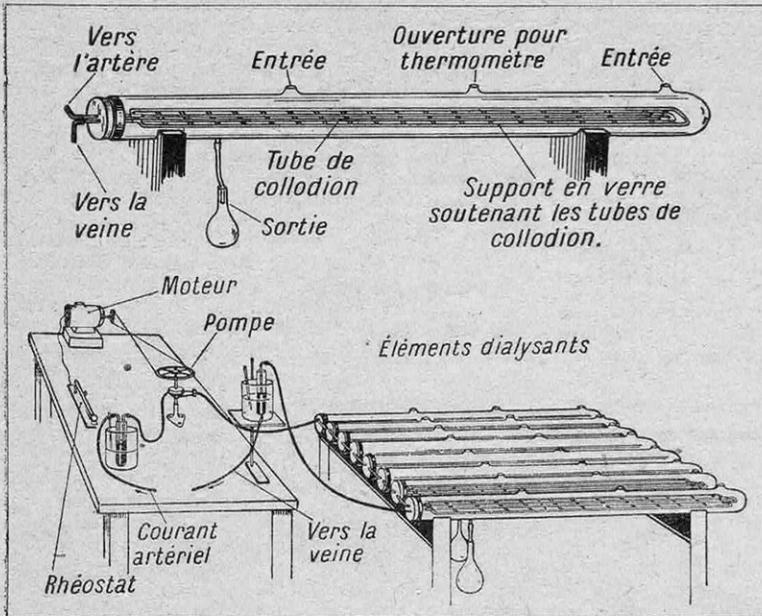


FIG. 2 ET 3. — LE DIALYSEUR DE HAAS

En haut : un élément dialysant formé de deux tubes de collodion où circule le sang et d'une enveloppe de verre que traverse le liquide de lavage. — En bas : ensemble d'un dialyseur en fonctionnement. Le courant artériel parvient à un premier récipient de verre, d'où il est rejoulé dans les éléments dialyseurs par la pompe. A sa sortie, le sang passe dans un deuxième récipient de verre, d'où il retourne à la veine par gravité.

rétenion est appréciée par celle de l'urée.

Pour que l'appareil fonctionne, il faut que le sang y reste liquide. Or, on sait que le sang coagulé dès qu'il sort des vaisseaux. La coagulation sanguine doit être évitée de façon absolue, non seulement pour permettre le passage du sang dans le rein artificiel, mais pour empêcher la réintroduction dans la circulation de caillots qui, même très petits, provoqueraient des embolies. On prépare pour cela le malade en lui injectant un corps anticoagulant *in vivo* et *in vitro*. L'hirudine, ou extrait de têtes de sangsues, employée dans les premiers essais, a été remplacée par l'héparine, beaucoup moins toxique et bien supportée par l'homme.

Les précautions convenables doivent être prises pour que le sang ne se refroidisse pas et soit ramené dans la circulation à la température de 37°. L'appareil doit être aseptique, empêcher toute contamination microbienne du sang. Le rein artificiel ne doit pas, pendant son fonctionnement, retenir hors de l'organisme un volume trop important de sang; il doit d'autre part dialyser le plus vite possible les déchets diffusibles; il doit donc offrir à un faible volume de sang la plus large surface possible de membrane dialysante.

Les différentes réalisations du rein artificiel se distinguent surtout par la disposition qui s'efforce de satisfaire le mieux possible à cette dernière exigence : rapport élevé de la surface de dialyse au volume de sang contenu dans l'appareil.

Le dialyseur de Abel, Rowntree et Turner

La première en date des réalisations du rein artificiel est celle de Abel, Rowntree et Turner

en 1913; elle n'a été utilisée que dans des travaux expérimentaux sur l'animal.

Les auteurs américains ont construit plusieurs modèles de dialyseurs adaptés à leurs recherches : les uns de petite taille, destinés à dialyser le sang sortant d'un organe; d'autres plus grands, faits pour être branchés sur la circulation générale.

Sur un animal anesthésié, le sang est prélevé dans une artère après introduction d'une canule spéciale à double courant qui permet à la fois la sortie du sang et l'injection continue lente, d'une solution d'hirudine employée comme anticoagulant. La pression artérielle refoule le sang dans le dialyseur, ou le ramène dans la circulation générale par une canule placée dans une veine.

Le dialyseur lui-même est formé d'un faisceau de tubes de celloïdine, 8 dans les appareils de petite dimension, 192 dans un modèle destiné

à être utilisé sur de gros animaux. Chaque tube a 6 à 8 mm de diamètre, 20 à 50 cm de long et une épaisseur de 0,05 mm à 0,1 mm dans sa partie moyenne; les extrémités sont épaissies, 0,2 mm, pour assurer un attachement solide. On ne peut, dans le but d'accroître la surface de dialyse, augmenter au delà d'une certaine limite le nombre de tubes montés en parallèle, car il en résulterait un ralentissement excessif du courant sanguin avec, comme conséquence, la sédimentation des globules dans les tubes. Pour le chien, on obtient de bons résultats en mettant en série deux faisceaux formés chacun de 8 tubes en parallèle. Dans chaque faisceau, les tubes de celloïdine sont montés sur des tubulures de verre qui assurent l'arrivée et le départ du sang. Un soin tout particulier a été apporté au tracé de ces tubulures pour assurer une répartition égale du flux sanguin entre les différents éléments de celloïdine. On s'est efforcé de réaliser la forme intérieure la plus simple possible, d'éviter tout angle vif, toute aspérité et tout espace mort où le sang risquerait de stagner, ceci afin de réduire au minimum les risques de coagulation sanguine, qui obstruerait l'appareil ou provoquerait des embolies.

Rowntree et ses collaborateurs ont également réalisé un appareil dont les éléments dialysants sont faits de deux tubes concentriques en celloïdine : le liquide de lavage circule dans le tube intérieur et autour du tube extérieur, le sang passant dans l'espace de 1 mm compris entre les deux tubes. Cette disposition permet, pour le même volume de sang, d'avoir une surface de dialyse six fois plus grande que dans les éléments formés d'un seul tube.

Les faisceaux de tubes de celloïdine et leur tubulure de raccordement en verre sont renfer-

més dans une enveloppe où circule du liquide de Ringer (1) maintenu à 37°. Tout l'appareil est aseptisé en le remplissant d'une solution de thymol que l'on remplace avant de commencer une dialyse par du sérum physiologique à 37°; lors de la mise en marche, le sang chasse le sérum; on évite ainsi l'introduction d'air dans la circulation.

Le pouvoir d'élimination de l'appareil a été contrôlé en injectant au chien sur lequel a été branché le rein artificiel du salicylate de soude que l'on dose dans le liquide de lavage. En une heure, le dialyseur élimine 19 % de l'acide salicylique injecté, ce qui est à très peu de chose près le pourcentage qu'auraient éliminé pendant le même temps les deux reins de l'animal. Au point de vue de l'élimination de l'urée et des phosphates, le dialyseur soutient également la comparaison avec les reins du chien. Abel, Rowntree et Turner n'ont utilisé leur dialyseur que chez l'animal, pour isoler du sang circulant les déchets azotés en quantité suffisante pour en faire une étude chimique poussée.

L'appareil n'a donc servi qu'indirectement à la médecine des reins, mais ses auteurs, après en avoir étudié le fonctionnement chez l'animal et l'avoir trouvé pleinement satisfaisant, pensent pouvoir conclure que son emploi serait parfaitement justifié chez l'homme.

Les dialyseurs utilisés chez l'homme

Le rein artificiel semble avoir été utilisé pour la première fois chez l'homme par Haas en 1928. Son appareil ne diffère de celui d'Abel, Rowntree et Turner que par la disposition des tubes. De même que les expérimentateurs américains, Haas utilise l'hirudine comme anticoagulant.

Il ne semble pas que ce premier essai en thérapeutique humaine ait abouti à des résultats pratiques bien tangibles. Le rein artificiel de Haas avait un rendement trop faible pour agir efficacement; en 24 heures, il n'éliminait que 2 g d'urée, alors que les reins d'un homme normal en excrètent de 12 à 20 g en moyenne dans les 24 heures; il était donc incapable de les suppléer.

En 1938, Thalhimer reprend le problème en utilisant cette fois des tubes de cellophane (les tubes de cellophane utilisés étaient ceux qui ont remplacé le boyau dans la fabrication industrielle des saucisses) et, au lieu d'hirudine, de l'héparine, anticoagulant beaucoup mieux supporté chez l'homme. Le rein artificiel de Thalhimer n'a fait l'objet que d'une communication préliminaire, et les circonstances nées de l'état de guerre ne permettent pas encore de connaître les résultats définitifs obtenus par l'auteur américain.

Avec les travaux de Kolff et Berk en Hollande, publiés en mai 1944, il semble que l'on entre dans le domaine des réalisations ayant une réelle portée pratique pour la médecine humaine. Kolff et Berk se sont efforcés de construire un dialyseur ayant une faible contenance de sang et une

(1) Le liquide de Ringer est un des sérums artificiels les plus utilisés en biologie expérimentale. C'est une solution saline isotonique au plasma sanguin, c'est-à-dire ayant la même pression osmotique que lui, et contenant en proportions convenablement équilibrées du chlorure de sodium, du chlorure de potassium, du chlorure de calcium, du glucose et du bicarbonate de soude.

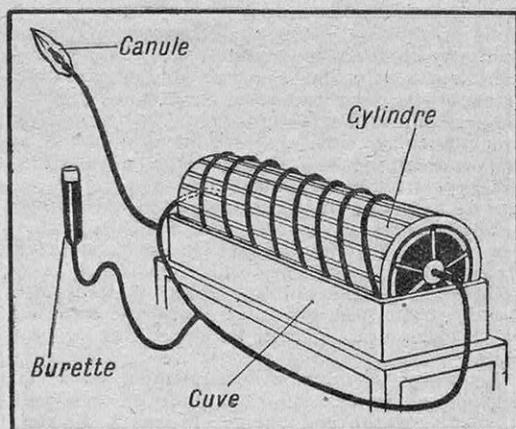


FIG. 4. — SCHÉMA DU DIALYSEUR DE KOLFF ET BERK

Un tube de cellophane est enroulé en spirale sur un cylindre d'aluminium. Le sang se rassemble toujours au point décline du tube de cellophane. La rotation du cylindre fait progresser le sang de gauche à droite.

surface capable de rivaliser avec celle du rein humain; un tube de 25 mm de diamètre et d'au moins 25 à 30 m² aura à peu près la même surface que les glomérules, organes filtrants des deux reins humains. La principale originalité de l'appareil hollandais consiste en ce que, seule, une petite quantité de sang traverse le tube dialyseur dont le reste est vide; ainsi le rapport de la surface au volume est beaucoup plus favorable que dans les appareils précédemment réalisés qui fonctionnaient avec des tubes remplis de sang.

L'appareil consiste en un grand cylindre tournant autour d'un axe horizontal, son segment inférieur plongeant dans une cuve contenant le liquide de lavage. Sur ce cylindre est enroulé un tube de cellophane de 25 mm de diamètre et de 30 m de long; le sang n'occupe que la partie décline du tube, et la rotation du cylindre le fait progresser parallèlement à l'axe. Ainsi un petit volume de sang se trouve en contact avec une très grande surface dialysante; le mouvement continu du tube par rapport au liquide de lavage et par rapport au sang assure les meilleures conditions de diffusion, en même temps qu'elle évite la sédimentation des globules. L'entrée et la sortie du sang se font par les deux extrémités de l'axe creux, munies de joints tournants étanches.

Le liquide de lavage est de l'eau additionnée de 7 pour 1 000 de chlorure de sodium et de 1,5 pour 1 000 de glucose; il est chauffé à 37° par une résistance électrique, il est propre, mais n'a pas besoin d'être stérile, la cellophane étant imperméable aux bactéries. Son volume est tel (70 à 100 litres) qu'une dialyse prolongée n'y fait pas apparaître à concentration importante les corps dont le sang est débarrassé; l'appareil peut donc fonctionner assez longtemps sans que le liquide ait à être changé.

Toutes les pièces entrant en contact avec le sang sont soigneusement lavées et stérilisées; on peut ensuite les monter et les conserver garnies d'une solution antiseptique que l'on évacue au moment de se servir de l'appareil.

Avant de mettre en marche le rein artificiel, le malade reçoit une injection d'héparine pour que son sang soit rendu incoagulable, on renou-

velle l'injection d'heure en heure pendant toute la durée du fonctionnement. Kolff et Berk utilisent leur rein artificiel soit en dialyse continue, le sang pris dans une veine traversant l'appareil pour retourner à une autre veine, soit en dialyse fractionnée, le sang prélevé dans la veine se débarrassant de ses déchets dans le rein artificiel, puis retournant dans le même vaisseau, ce qui ne demande qu'une seule ponction veineuse.

Les séances de dialyse sont bien supportées par le malade; des dosages successifs pratiqués dans le sang et dans le liquide de lavage montrent que l'appareil élimine l'urée, la créatinine, l'acide urique, en quantités égales ou supérieures à celles que rejettent les reins d'un homme sain.

Le rein artificiel élimine également les médicaments et, pourvu que le liquide de lavage ait une composition convenable, la teneur du sang reste invariable en ceux de ses constituants (tels que le glucose et le chlorure de sodium) que l'on désire voir retenus dans l'organisme. On peut, en mettant dans le liquide de lavage une quantité convenable de bicarbonate de soude, le faire diffuser dans le sang si l'on désire combattre l'acidose. On pourrait de même faire passer dans le sang du glucose ou tout autre corps diffusible, si le liquide de lavage les contient à concentration suffisante.

Le rein artificiel, construit essentiellement pour éliminer les déchets azotés, permet donc d'agir s'il y a lieu sur l'équilibre hydrique, salin et acido-basique, suppléer ainsi aux fonctions les plus importantes du rein normal.

Peut-on comparer le fonctionnement du rein artificiel à celui du rein humain ?

Jusqu'à quel point le rein artificiel imite-t-il le fonctionnement du rein humain? On sait que le rein de l'homme est fait d'un grand nombre d'organes élémentaires tous semblables, les néphrons, travaillant en parallèle, de sorte qu'au point de vue fonctionnel, le néphron est l'image du rein entier.

Dans chaque néphron, la sécrétion de l'urine se fait suivant le processus dont les grandes lignes sont représentées par le schéma filtration-réabsorption. Le néphron est formé d'un glomérule et d'un tubule; le glomérule filtre l'eau et tous les constituants cristalloïdes du sang à la concentration où ils se trouvent dans le

sang; il retient les globules et les protéines. Le liquide résultant de l'ultrafiltration du sang par le glomérule traverse ensuite le tubule où sa composition est profondément remaniée par un processus d'absorption sélective.

Certains des constituants de l'ultrafiltrat gloméculaire, constituants utiles à l'organisme, sont réabsorbés dans le tubule, les uns en totalité, comme le glucose, d'autres en proportion variable, comme l'eau et les sels, de manière à maintenir constante leur concentration dans le sang; d'autres constituants de l'ultrafiltrat gloméculaire traversent le tubule sans subir de réabsorption: ce sont en général des substances de déchet comme l'acide urique, la créatinine. Filtration et réabsorption sélective aboutissent à la sécrétion d'une urine dont la composition est très différente de celle du plasma, partie liquide du sang, les substances utiles étant retenues en totalité ou en partie dans l'organisme, les substances de déchets étant éliminées dans l'urine à une concentration très supérieure à leur concentration dans le sang.

Le rein artificiel travaille d'une façon beaucoup plus simple que le rein de l'homme, et on pourrait le comparer à un rein humain réduit à ses glomérules, bien qu'il y ait analogie et non identité entre le processus d'ultrafiltration dont le glomérule est le siège, et celui de diffusion qui a lieu dans le dialyseur.

Dans le rein artificiel, le sang serait, comme dans le glomérule, privé indistinctement de tous ses constituants diffusibles si l'on n'avait soin de donner au liquide de lavage une composition convenable en y faisant figurer, à la concentration voulue, les corps que l'on désire voir retenus dans la circulation. On atteint ainsi par des moyens différents un résultat analogue à celui qu'obtient le rein humain par le processus de réabsorption sélective tubulaire. Bien que travaillant d'une façon très différente, un dialyseur convenablement construit a donc un fonctionnement global très comparable à celui du rein humain, et il mérite, sans prétention excessive, le nom de rein artificiel.

Comment peut-on envisager l'utilisation pratique du rein artificiel ?

Les quelques cas dans lesquels le rein artificiel a déjà été utilisé chez l'homme permettent de se faire une opinion sur les possibilités qui s'ouvrent à la « vividialyse » en médecine.

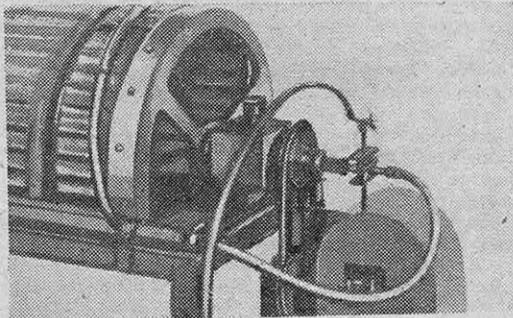
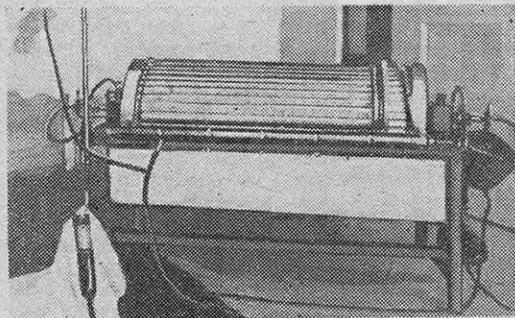


FIG. 5 ET 6. — DIALYSEUR DE KOLFF ET BERK (A GAUCHE, VUE DE FACE A DROITE, VUE LATÉRALE)

Le sang contenu dans les trente tours du tube de cellophane, qui est à peine visible, couvre le cylindre d'aluminium d'une mince pellicule. Le cylindre est muni de cannelures. Le tube de cellophane est prolongé par un tube de caoutchouc qui quitte le cylindre par l'axe creux sur le côté duquel est fixé le joint tournant après avoir été stérilisé en même temps que les tubes.

Un obstacle sérieux à l'emploi du rein artificiel est la nécessité de recourir à un anticoagulant introduit dans la circulation générale, ce qui n'est pas sans inconvénient chez les malades exposés aux hémorragies. Cette réserve faite, il semble bien, d'après les observations de Kolff et Berk, que des séances de dialyse soient bien supportées pendant plusieurs heures et qu'elles permettent d'abaisser considérablement, sinon de ramener à la normale, la teneur du sang en substances de déchets : urée, acide urique, créatinine, sans modifier l'équilibre des autres constituants sanguins.

Il ne semble pas que l'on puisse envisager de suppléer par le dialyseur des reins ayant définitivement cessé de fonctionner, mais il paraît raisonnable d'envisager l'emploi du rein artificiel dans les cas où le déficit fonctionnel rénal, s'il est total ou presque total, n'est pas définitif. Il existe en effet des affections rénales, telles que certaines néphrites aiguës infectieuses ou toxiques, par exemple, qui entraînent la mort du fait de l'arrêt total de la fonction rénale

malgré toutes les tentatives thérapeutiques, mais où la lésion rénale est susceptible de guérir avec une restauration fonctionnelle satisfaisante du rein.

Dans de tels cas, le rein artificiel permettrait de doubler un cap dangereux, mortel même, et de permettre au malade d'attendre le moment où ses fonctions rénales seraient rétablies d'une façon satisfaisante. Le rein artificiel rendrait ainsi le même genre de services que la respiration artificielle pratiquée chez un noyé, non dans l'espoir de suppléer définitivement à l'action des muscles respiratoires, mais pour empêcher le noyé de mourir avant que la respiration naturelle ait pu reprendre.

Même si l'emploi du rein artificiel restait ainsi limité au traitement d'un nombre restreint d'affections rénales, il permettrait de sauver des vies humaines. Il n'est pas impossible que cette prévision encourageante se trouve vérifiée dans un avenir assez proche.

Daniel BARGETON.

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

par V. RUBOR

Radioéléments artificiels dans l'industrie

LA guerre, qui a entraîné un développement considérable des industries de construction métallurgique, a provoqué un accroissement corrélatif de l'importance des méthodes de contrôle des produits finis. Il est d'un meilleur rendement de vérifier la bonne coulée d'une pièce d'artillerie que de la conduire défectueuse jusqu'au champ de bataille.

C'est pourquoi l'on procède dans les chantiers de construction anglo-saxons à des radiographies systématiques de toutes les pièces importantes de la construction des armements, telles que les canons et les blindages des chars ou des cuirassés.

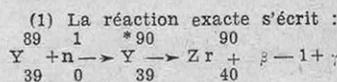
Cette extension énorme de la radiographie industrielle s'est heurtée dans la pratique aux difficultés inhérentes au poids de l'appareillage haute tension nécessaire à l'alimentation des tubes de rayons X à grande pénétration et à l'encombrement du tube générateur lui-même

qu'il est souvent impossible de placer dans les recoins des pièces de forme compliquée.

Aussi utilise-t-on maintenant presque exclusivement la radiographie par rayons γ (gamma), dans laquelle la source du rayonnement pénétrant est une ou plusieurs ampoules microscopiques contenant un produit radioactif naturel.

Cette méthode présente l'inconvénient du prix élevé des substances radioactives naturelles et donne par ailleurs des radiographies imparfaites dues aux multiples sources ponctuelles utilisées simultanément et qui donnent sur le film des « ombres » et « pénombres ».

La découverte des radioéléments artificiels a renouvelé cette technique. On emploie désormais, comme source, le radioyttrium obtenu à partir de l'yttrium bombardé par un faisceau de neutrons donné par un cyclotron (1).



Le signe γ représente l'yttrium, de masse atomique 89, et

Le radio-*yttrium* est pratiquement utilisé sous forme de peintures radioactives dont on badigeonne une face de la pièce à étudier. Il suffit alors de placer au-dessous un film photographique pour obtenir une radiographie qui accuse nettement les défauts des pièces étudiées. Ces peintures sont utilisées en particulier pour des radiogra-

de charge nucléaire (égale au nombre des électrons planétaires de l'atome) 39. Le neutron qui rencontre cet atome est représenté

par n , de masse atomique égale

à l'unité, et électriquement neutre. Le produit de la réaction est le radio-*yttrium*, élément artificiel radioactif (ce qu'exprime le signe γ), isotope de l'yttrium (même charge nucléaire et masse atomique accrue d'une unité). Le radio-*yttrium* donne naissance à du zirconium (de masse atomique 90 et de charge nucléaire 40) en émettant un rayonnement complexe comprenant des rayons bêta (électrons pratiquement dénués de masse et de charge négative unité) et un rayonnement pénétrant de nature électromagnétique, gamma. C'est ce dernier qui traverse des épaisseurs assez considérables de métal et qui impressionne les films photographiques. Le radio-*yttrium* peut s'obtenir également suivant d'autres réactions nucléaires, sur lesquelles nous n'insisterons pas ici.

graphies à bord des vaisseaux de guerre, lorsque ceux-ci rentrent à leur base pour vérification. Le radio-yttrium présente différents modes de désintégration. La plus courte période est de l'ordre de 20 minutes, et la plus longue de 57 jours.

Les « vies » assez courtes du radio-yttrium éliminent tout danger d'irradiation des servants des pièces d'artillerie, par exemple.

La radiographie miniature

LE dépistage précoce de la tuberculose permettrait de sauver un très grand nombre de sujets chez lesquels les symptômes extérieurs n'apparaissent qu'à un stade avancé de l'évolution interne de la maladie. Ce dépistage ne peut être assuré que par des examens radiologiques tels que ceux qu'on commence à pratiquer sur une vaste échelle depuis quelques années dans les écoles, les usines, les armées, etc. Mais la simple radioscopie ne permet pas toujours de déceler des lésions qui apparaîtraient sur un cliché, et surtout elle ne laisse pas toujours au médecin assez de temps pour un examen approfondi. C'est pourquoi la radiographie en série permet seule un dépistage vraiment efficace.

La prise de clichés selon les procédés actuels est une opération difficile à pratiquer en série, et extrêmement coûteuse. Ces inconvénients sont éliminés avec la radiographie-miniature (M. Acremant) : on photographie en réduction l'image apparaissant sur un écran fluorescent puis, après développement du film, on projette cette image sur un écran en l'agrandissant au moyen d'un dispositif optique. On peut ainsi radiographier 200 personnes en une heure, avec une dépense minime de pellicule; les médecins peuvent ensuite examiner les projections à tête reposée, et convoquer, en vue d'un nouvel examen plus approfondi, les sujets présentant des signes positifs.

La radiographie-miniature donne aujourd'hui des images d'une finesse qui approche de celle obtenue avec la radiographie « grand for-

mat ». On produit actuellement sur une vaste échelle, en Angleterre, des appareils prenant des clichés de 25 mm x 25 mm, ainsi que des dispositifs « miniature » pouvant s'adapter sur les appareils ordinaires.

De l'eau potable pour les naufragés des tropiques

UN nouvel appareil solaire de distillation, de dimensions réduites, a été récemment réalisé en Amérique. Il permet d'ali-

plit d'eau de mer (croquis du haut), dont on évacue ensuite l'excès. Seules restent imbibées un certain nombre (48 environ) d'éponges hexagonales noires fixées à une toile, à peu près à mi-hauteur de l'enveloppe. Celle-ci est alors gonflée à nouveau, bouchée avec soin et mise à flotter sur l'eau à côté du radeau. Les rayons solaires frappent les éponges, dont l'eau s'évapore, la vapeur remplissant toute l'enceinte et allant se condenser à la partie inférieure qui, plongée dans l'eau, est maintenue à une température relativement basse. Le sel de l'eau de mer reste

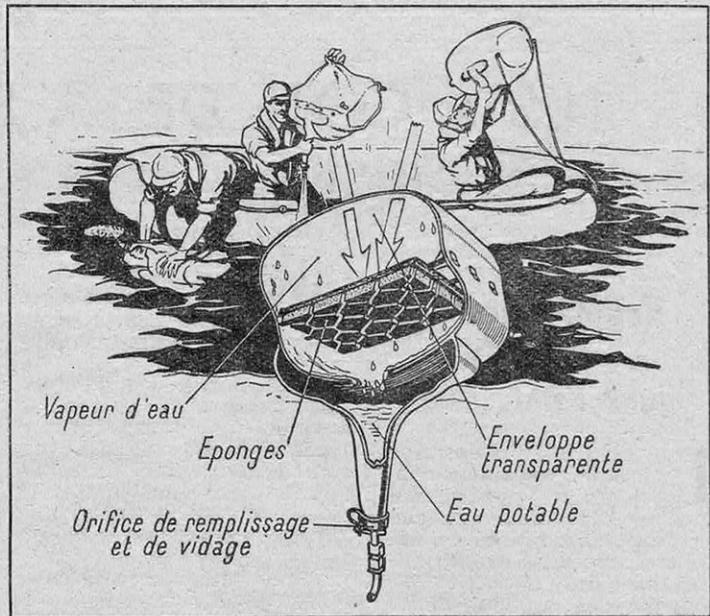


FIG. 1. — FONCTIONNEMENT DU DISTILLATEUR SOLAIRE

menter en eau potable les aviateurs qui ont fait un atterrissage forcé dans les eaux tropicales. Dans les conditions normales de température du Pacifique sud-ouest, il distille plus d'un litre d'eau en huit heures, et près du double lorsque les circonstances sont très favorables.

Le distillateur, représenté en coupe par la figure ci-dessus, est constitué d'une enveloppe transparente en matière plastique à base de vinyle, repliée au repos en un paquet de la dimension d'un appareil photographique. On la gonfle comme un ballon et on la rem-

plète dans les éponges, et le liquide condensé est de l'eau douce qu'il ne reste plus qu'à boire.

L'appareil une fois gonflé, mesure 75 cm de long et 35 cm de large. L'équipement de chaque radeau en comporte six. Ils peuvent servir indéfiniment.

Pour équilibrer les pressions de deux pneus jumelés

L'AUGMENTATION de la charge des véhicules « poids lourds » a développé d'une façon consi-

dérable l'usage des roues arrière jumelées afin de répartir le poids sur quatre pneumatiques au lieu de deux. Toutefois, cette répartition n'est vraiment efficace que si la pression de l'air est la même dans les deux chambres à air accouplées; sinon, le pneu le plus gonflé, s'affaisant moins, supporte la majeure partie de la charge. De plus, en cas de crevaison de l'un des pneus, le conducteur n'est

muniqué qui puisse toutefois être interrompue à volonté. Une valve commune présenterait, en effet, l'inconvénient d'interdire l'isolement des chambres, en cas de crevaison par exemple.

Voici une solution simple, due à M. Ch. Mouret. Elle consiste essentiellement en un dispositif adjoint à une valve ordinaire et permettant, par le serrage d'un écrou, de maintenir soulevé

conducteur, ainsi prévenu, n'a qu'à dévisser les écrous des valves pour isoler le pneu accidenté. Si la roue de secours est gonflée à une pression un peu supérieure à la normale sa liaison avec le pneu sain pourra souvent donner à l'ensemble une pression suffisante pour continuer la route.

La respiration artificielle à la portée de tous

ON sait que la respiration artificielle est le moyen essentiel de ranimer un asphyxié en état de mort apparente, quelle que soit la cause de l'asphyxie (noyade, électrocution, syncope anesthésique, etc.). Il existe de nombreux moyens de pratiquer la respiration artificielle. L'un d'eux, le « rocking », peu connu en France, mériterait de l'être davantage à cause de sa simplicité. Il consiste à incliner le sujet à 45° de part et d'autre de l'horizontale, en élevant alternativement la tête et les pieds environ douze fois par minute. On y parvient facilement en faisant osciller sur un support quelconque le sujet reposant sur un brancard ou sur toute autre sorte de dispositif de fortune. La personne la moins entraînée est ainsi capable de pratiquer avec succès la respiration artificielle et de gagner ainsi un temps précieux avant l'arrivée des sauveteurs.

Le diaphragme, principal muscle respiratoire, est parfaitement flasque chez un sujet en état de mort apparente. Pendant la manœuvre du « rocking », il suit passivement les mouvements des viscères abdominaux entraînés par leur poids; on obtient ainsi une ventilation très satisfaisante.

Le « rocking » est actuellement en usage dans la marine britannique; il rappelle un procédé qu'employaient jadis les pêcheurs pour ranimer un noyé lorsqu'ils le balançaient dans un tonneau. Il est donc probable que cette ancienne pratique empirique, un peu étrange en apparence, devait être fort efficace.

V. RUBOR.

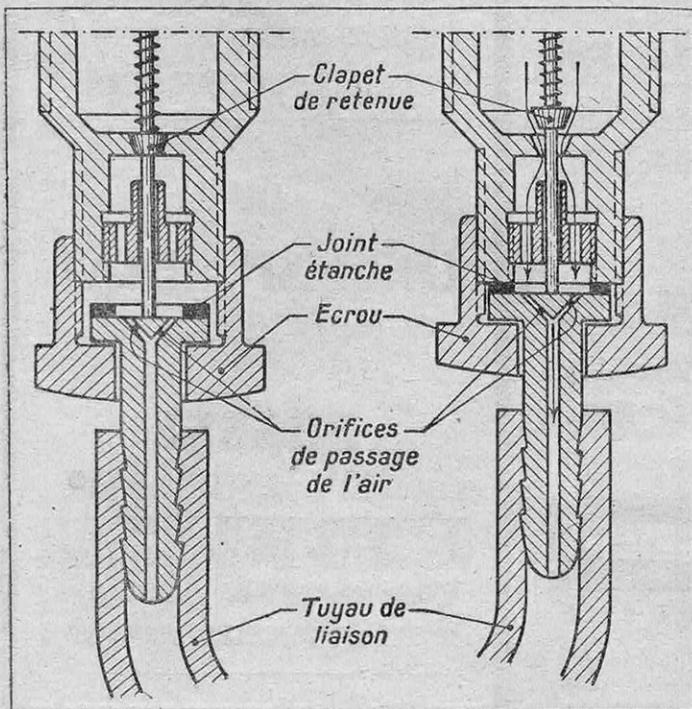


FIG. 2. — COUPE SCHÉMATIQUE MONTRANT LE FONCTIONNEMENT DU COMPENSATEUR DE PRESSION POUR PNEUS JUMELÉS

A gauche, l'écrou spécial étant dévissé, le clapet de valve repose sur son siège. La valve fonctionne normalement. A droite : l'écrou est vissé et le clapet est soulevé. L'air passe à travers la valve et les deux conduits de faible diamètre ménagés dans la tubulure à laquelle est fixé le tuyau de liaison des pneus jumelés.

pas prévenu par une inclinaison du véhicule, de sorte que le bandage intact se trouve surchargé.

Or, il est à peu près impossible, d'abord de gonfler deux pneus à la même pression, ensuite de disposer de chambres d'étanchéités égales, de sorte que, fatalement, un déséquilibre se produit à plus ou moins brève échéance.

Pour remédier à cet inconvénient, il suffit évidemment d'établir entre les deux chambres jumelées une com-

munication qui puisse de son siège le clapet de cette valve. L'écrou desserré laisse, au contraire, le clapet sur son siège. Ainsi, après avoir gonflé séparément les deux chambres jumelées et avoir relié les deux valves par un tuyau à joints étanches, il suffit de visser les deux écrous en question (un par valve) pour établir une libre communication entre elles. Dès lors, les pressions s'équilibrent constamment.

Si un crevaison se produit, les deux pneus s'affaissent simultanément et le

L'INSTITUT DES MATHÉMATIQUES
MATHESIS

10 bis, boulevard Bonne-Nouvelle, PARIS (X^e)

Métro Strasbourg - Saint-Denis
 Téléphone : Provence 13-16



PENDANT LES VACANCES :
SIX HEURES DE COURS PAR JOUR

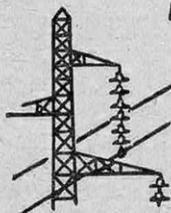
LA MEILLEURE PRÉPARATION
 A TOUS LES BACCALAURÉATS



PENDANT L'ANNÉE SCOLAIRE :
 RIEN QUE DES MATHÉMATIQUES
 TOUTES LES MATHÉMATIQUES

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 75 A
 (joindre 6 frs en timbres).

55

DEVENEZ
REPORTER

SPORTIF - THÉÂTRAL
 INFORMATION - CINÉMA
 CRIMINEL - VOYAGES, etc.

OU
CORRESPONDANT
DE
PRESSE

EN SUIVANT SANS QUITTER
 VOS OCCUPATIONS HABITUELLES
 NOS COURS PAR CORRESPONDANCE

SITUATIONS D'AVENIR
INDÉPENDANTES ASSURÉES

Pour tous renseignements
 gratuits écrire à l'

ECOLE TECHNIQUE
DE REPORTAGE

2, rue du Salé, 2
TOULOUSE

LES MEILLEURES ETUDES PAR CORRESPONDANCE

se font à l'ECOLE 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 5230.

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 5231.

LES COURS DE FORMATION SCIENTIFIQUE vous permettront de compléter vos connaissances en Mathématiques, Physique, Chimie, etc... — Notice gratuite n° R 5232.

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 5233.

CARRIERES 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 5234.

LA CELEBRE METHODE DE CULTURE MENTALE « DUNAMIS » permet à chacun de développer toutes ses facultés, d'acquiescer la confiance en soi et de « forcer le succès ». — Not. gr. n° R 5235.

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 5236.

PHONOPOLYGLOTTE vous apprendra, par le phonographe, à parler, comprendre, lire, écrire l'Anglais, l'Espagnol, l'Allemand, l'Italien. — Notice gratuite R 5237.

LE COURS D'ELOQUENCE vous mettra en mesure d'improviser une allocution émouvante, de composer un discours persuasif. Notice gratuite n° R 5238.

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 grat. n° R 5239.

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 5240.

LE COURS D'INITIATION AUX GRANDS PROBLEMES 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 5241.

FONCTIONS PUBLIQUES. — Nous vous recommandons les situations de l'Administration des P.T.T. : *Commis masculin* ou *Commis féminin*, *Contrôleur stagiaire*. — Notice grat. n° R 5242.

ÉCOLE DES SCIENCES ET ARTS

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

ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL

PARI, 152, av. de Wagram
NICE, 3, rue du Lycée

ÉCOLE DE T. S. F.

ENSEIGNEMENT PAR CORRESPONDANCE

MATHÉMATIQUES

Enseignement des Mathématiques, Physique, Mécanique, Chimie, Astronomie, à tous les degrés.

INDUSTRIE

CONPREMAITRE, DESSINATEUR, TECHNICIEN, SOUS-INGENIEUR, INGENIEUR en Mécanique générale, Constructions aéronautiques, Electricité, Electro-mécanique, Chimie industrielle, Bâtiment, Travaux publics, Constructions navales, Géomètres

COMMERCE - DROIT

Secrétaire, Comptable, et Directeur, capacité en droit, études juridiques, brevet d'expert comptable de l'Etat.

AGRICULTURE

Agriculture générale, Mécanique et Génie agricole, Sylviculture, Industries agricoles.

ADMINISTRATIONS

Tous les concours techniques des diverses administrations France et Colonies, Armée, Air, Marine.

AVIATION CIVILE

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

BACCALAURÉATS, ÉCOLES NATIONALES

Préparation à l'entrée à toutes les Ecoles nationales, secondaires, techniques et supérieures et aux Baccalauréats, Brevets Math.-Géné.



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 AERIENNE, COLONIES, DEFENSE DU TERRITOIRE, POLICE, DEPANNAGE, CONSTRUCTION INDUSTRIELLE, TELEVISION, CINEMA.

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.

Possibilité d'exercices pratiques chez soi : lecture au son, manipulation, montage et construction de poste.

Préparation à l'entrée aux écoles privées d'Enseignement maritime, ainsi qu'aux écoles en exercice de l'Aviation et de la Marine militaires. COURS SUR PLACE ont lieu à Nice à l'École d'Enseignement maritime, 21, boul. Frank-Pilatte.

Envoi du programme désiré contre 10 francs en timbres. (INSCRIPTIONS A TOUTE EPOQUE.)



Jeunes Gens!

Sans quitter votre emploi actuel
Préparez-vous à devenir

ELECTRO-MECANICIEN D'AVIATION
PILOTE AVIATEUR
OPÉRATEUR RADIOTÉLÉGRAPHISTE

Devenir
MONTEUR-DÉPANNÉUR
RADIO-TECHNICIEN
SOUS-INGÉNIEUR RADIO ou
DESSINATEUR INDUSTRIEL

Demander la documentation gratuite

ÉCOLE PROFESSIONNELLE SUPÉRIEURE
51, BOULEVARD MAGENTA, PARIS (10^e)

**REMPORTEZ
UNE VICTOIRE
PERMANENTE**

Ont-ils réellement de la chance ceux à qui tout sourit, ceux à qui il suffit d'entreprendre pour connaître le succès ? Des séries de "coups de veine" peuvent en donner l'illusion, mais la loi des grands nombres ne tarde pas à rétablir l'équité. En fait, pour connaître des succès durables, il faut être "organisé" intellectuellement et moralement; il faut apprendre à vaincre les obstacles chaque jour renouvelés, à surmonter les rivalités et en toute circonstance s'imposer.

Cela nécessite-t-il une intelligence supérieure, une culture très étendue, une intuition développée des actes à entreprendre et des erreurs à éviter ? Il suffit en général de tirer un meilleur parti des qualités intellectuelles et morales dont on est pourvu; plus de confiance en soi, une maîtrise qui se refuse à faiblir, une extrême rapidité de décision, un sens aigu du réel, une inflexible ténacité sont des qualités qui se développent vite si l'on dispose d'une bonne méthode d'entraînement. Livré à votre seule initiative, il vous faudra des années d'expériences pénibles et des échecs renouvelés pour obtenir les résultats que quelques mois d'application de la **MÉTHODE PELMAN** vous vaudraient à coup sûr.

La **MÉTHODE PELMAN** ? C'est une méthode basée sur la psychologie appliquée qui permet un rapide développement des qualités de l'intelligence et du caractère. L'Institut Pelman l'enseigne par correspondance depuis 54 ans dans le monde entier. Il s'y consacre exclusivement, et pour toutes les questions de psychologie pratique, son expérience est inégalée. La **MÉTHODE PELMAN** vous permet une meilleure orientation de toutes vos qualités, innées autant qu'acquises et fertilise ainsi le meilleur de vous-même.

La **MÉTHODE PELMAN** est aussi... Mais si vous voulez tout savoir demandez la documentation VIE I.

INSTITUT PELMAN, 176, boul. Haussmann PARIS

**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 DS ——— PRINCIPAUTÉ DE MONACO



LA RADIO *manque* DE SPECIALISTES!



JEUNES GENS!
 Pour répondre aux besoins sans cesse grandissants de la Radio française en cadres spécialisés, nous conseillons vivement aux jeunes gens de s'orienter délibérément vers les carrières de la T.S.F.
 AVIATION CIVILE ET MILITAIRE. INDUSTRIE MARINE MARCHANDE ET MARINE NATIONALE. COLONIES, MINISTÈRES ET ADMINISTRATIONS. Ces carrières réaliseront les aspirations de la jeunesse moderne, puisqu'elles joignent à l'attrait du scientifique celui de travaux manuels importants.

PRÉPAREZ CES CARRIÈRES en suivant nos cours spécialisés
PAR CORRESPONDANCE
 conçus d'après les méthodes les plus modernes de l'enseignement américain.
 INSCRIPTIONS A TOUTE ÉPOQUE DE L'ANNÉE
 TOUS NOS COURS COMPORTENT LES EXERCICES PRATIQUES A DOMICILE

PLACEMENT
 A l'heure actuelle, nous garantissons le placement de tous nos élèves opérateurs radiotélégraphistes diplômés.
 L'École délivre des **CERTIFICATS DE FIN D'ÉTUDES** conformément à la loi du 4 août 1942.

Notices gratuitement sur demande.



ÉCOLE GÉNÉRALE PROFESSIONNELLE RADIOTECHNIQUE

VICHY, 14, rue de Bretagne — Prochainement réinstallation de nos locaux de PARIS.

Qu'est-ce que le



BON DE LA LIBÉRATION ?

1° C'est un bon établi pour une durée de 5 années, mais qui devient, à partir du 6^e mois de la souscription, **remboursable à vue sans aucune formalité.**

2° C'est un bon à **intérêt progressif.** L'intérêt, calculé au taux de 1,45 % pour les 6 premiers mois, s'accroît de semestre en semestre. Au bout de cinq ans, l'intérêt annuel moyen perçu par les souscripteurs s'établit à **2,50 %.**

3° C'est un bon **exempt de l'impôt général sur le revenu.** Il peut être mis **au porteur ou à ordre,** selon le désir du souscripteur.

4° Le **BON de la LIBÉRATION** est strictement **réservé à l'épargne privée.**

ÉMIS A 960 FRANCS

il est remboursable à

977	francs	au bout d'un an
987	>	> de 18 mois
1000	>	> de 2 ans
1028	>	> de 3 ans
1054	>	> de 4 ans
1080	>	> de 5 ans

Coupages de 1, 5, 10 ou 50 unités de 960 francs

ON SOUSCRIT PARTOUT



SUR LE PAPIER

LES TISSUS

LE BOIS

LES MAINS

*On efface comme
on écrit*

avec



Corrector

PRODUIT FRANÇAIS GARANTI SANS CHLORE

Supplément au n° 333 de SCIENCE ET VIE

SCIENCE ET VIE

MAGAZINE MENSUEL DES SCIENCES
ET DE LEURS APPLICATIONS A LA VIE MODERNE

TOME LXVII
JANVIER A JUIN 1945 (N° 328 A 333)

ACTUELLEMENT :
3, Rue d'Alsace-Lorraine, TOULOUSE

SCIENCE ET VIE

MAGAZINE MENSUEL DES SCIENCES ET DE LEURS APPLICATIONS A LA VIE MODERNE

TOME LXVII, JANVIER A JUIN 1945 (N° 328 A 333)

TABLE DES MATIÈRES PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE

	N° Pages		N° Pages
A			
<i>Abel</i> (Dialyseur)	333	257	
<i>Abraham</i> . — Pénicilline.....	330	93	
Accélérateur de deutons pour la production de neutrons	332	190	
A côté de la Science (les), par V. RUBOR ..	328	43	
d°	329	86	
d°	330	129	
d°	331	171	
d°	332	217	
d°	333	261	
<i>Adams</i> . — Naines blanches	331	144	
<i>Adrian</i> . — Nerfs.....	331	162	
Aérodromes (Plus de brouillard sur les)..	333	255	
Aérosol de pénicilline. —E	332	204	
Agraphie	330	117	
Aimants permanents en fer aggloméré.	328	35	
Air pur pour les sous-marins en plongée.	330	129	
— A. C.	330	129	
Algérie (Equipement hydroélectrique de l'). — E.	328	27	
Aliments-pest (Rôle des). —E.....	331	170	
Alliages durs de coupe obtenus à partir de poudres.....	328	33	
Aluminium (Peinture à l')	328	32	
<i>Andreau</i> (Changement de vitesse à inertie).....	329	62	
Aphasie motrice	330	117	
Apraxie	330	117	
<i>Archimède</i> . — Infini.....	328	39	
Arithmétique de l'Infini (L'), par Maurice FRÉCHET	328	38	
Arithmographie Kyser. — A. C.....	332	219	
Armement du bombardier russe P. E. 2. — A. C.	332	217	
Arromanches (Le port artificiel d') pour le débarquement de Normandie (6 juin 1944).....	328	2	
Astérognosie	330	117	
Astres (Classement des) par Chandrasekhar.....	331	150	
Atelier complètement électrifié d'un mécanicien-charron (T. V. A.).....	333	227	
Atome (Niveaux électroniques dans l')...	331	147	
Attaque aérienne et paralysie des réseaux ferrés, par Camille ROUGERON.	332	195	
Autolubrifiants (Coussinets) et métaux en poudre	328	34	
Automobile (Dans la construction) l'avenir est au changement de vitesse automatique, par Henri PETIT	329	55	
Aviation soviétique (L'), par Pierre ARMONT.....	330	106	
Avion toutes missions, par Camille ROUGERON.....	333	233	
Avions embarqués sur porte-avions (Types d').....	328	25	
Avions embarqués sur porte-avions (Types d').....	329	53	
Avions (Vitesse des) : ses progrès, ses limites, par Pierre SARLAC.....	329	71	
AVIONS :			
Airacomet à réaction. Missions multiples (Etats-Unis)	333	241	
A R 2, bombardement en piqué (U. R. S. S.).....	330	109	
Ascender (Etats-Unis).....	331	171	
Avenger, torpilleur (Etats-Unis)	328	24	
Avro « Lancaster », bombardement (Angleterre).....	333	255	
B-25 et B-25 H, combat (Etats-Unis) .	331	136	
Barracuda, piqué (Angleterre).....	329	54	
Bell P. 59 « Airacomet » à réaction, missions multiples (Etats-Unis)	333	241	
Boeing B 29 « Superfortresses », bombardement (Etats-Unis)	331	137	
Boeing B 29 « Superfortress », bombardement (Etats-Unis).....	333	234	
Consolidated « Liberator », bombardement (Etats-Unis).....	331	140	
Corsair (Etats-Unis).....	329	46	
Corsair ailes repliées, chasse (Etats-Unis).....	329	52	
Curtiss X P-55 « Ascender » (Etats-Unis).....	331	171	
Curtiss « Helldiver », bombardement en piqué (Etats-Unis)	328	23	
Curtiss SB2 C-1, combat.....	329	53	
DB 3F, bombardement (U. R. S. S.) ..	330	109	
F4 U-2, chasse (Etats-Unis).....	329	46	
Fairey « Barracuda », piqué (Angleterre).....	329	54	
Fairey « Firefly », missions multiples (Angleterre).....	333	233	
Firefly, missions multiples (Angleterre).....	333	233	
Grumman « Avenger », torpilleur (Etats-Unis)	328	24	
Grumman F 6F « Hellcat », chasse (Etats-Unis).....	328	26	
Grumman « Hellcat », chasse (Etats-Unis).....	329	53	
Grumman T B F-2, torpilleur.....	329	51	
Halifax portant une Jeep	331	161	
Handley Page « Halifax » portant une Jeep ..	331	161	
Havilland « Mosquito », destroyer (Angleterre)	329	81	

	N ^o	Pages		N ^o	Pages
Havilland « Mosquito », missions multiples (Angleterre).....	333	237			
Hawker « Typhoon », chasse et attaque au sol (Angleterre).....	328	6			
Hawker « Typhoon », chasse.....	329	79			
Hawker « Typhoon », lance-fusées (Angleterre).....	333	235			
Hélicoptère Sikorsky de 1940.....	329	67			
Hellcat, chasse (Etats-Unis).....	328	26			
Hellcat, chasse (Etats-Unis).....	329	53			
Heildiver, bombardement en piqué (Etats-Unis).....	328	23			
IL2, assaut (U. R. S. S.).....	330	108			
IL3, assaut (U. R. S. S.).....	330	108			
LA5, chasse (U. R. S. S.).....	330	108			
LAGG3, chasse (U. R. S. S.).....	330	108			
Lancaster, bombardement (Angleterre).....	333	255			
Liberator, bombardement (Etats-Unis).....	331	140			
Marauder, combat (Etats-Unis).....	328	5			
Marauder (Martin B-26), bombardement (Etats-Unis).....	332	203			
Martin « Marauder », combat (Etats-Unis).....	328	5			
Martin B-26 « Marauder », bombardement (Etats-Unis).....	332	203			
Messerschmitt 262 à réaction, missions multiples (Allemagne).....	333	240			
MIG3, chasse (U. R. S. S.).....	330	108			
Mitchell, combat (Etats-Unis).....	331	138			
Mosquito, destroyer (Angleterre).....	329	81			
Mosquito, missions multiples (Angleterre).....	333	237			
N A 40 « Mitchell » B-25, combat (Etats-Unis).....	331	138			
P 47D « Thunderbolt », missions multiples (Etats-Unis).....	333	236			
P. 59 « Airacomet » à réaction, missions multiples (Etats-Unis).....	333	241			
P. E. 2, bombardement en piqué (U. R. S. S.).....	330	109			
P. E. 2, bombardement (U. R. S. S.).....	332	217			
Republic P 47D « Thunderbolt », missions multiples (Etats-Unis).....	333	236			
S B 2C-1, combat.....	329	53			
Seafire, chasse (Angleterre).....	329	51			
Sikorsky F 4 U2 « Corsair » (Etats-Unis).....	329	46			
Sikorsky « Corsair » ailes repliées, chasse (Etats-Unis).....	329	52			
Sikorsky, hélicoptères.....	329	68			
Spitfire XIV à cinq pales.....	330	131			
Stormovik IL2, assaut (U. R. S. S.).....	330	108			
Stormovik IL3, assaut (U. R. S. S.).....	330	108			
Superfortresses, bombardement (Etats-Unis).....	331	137			
Superfortress, bombardement (Etats-Unis).....	333	234			
TB7, bombardement (U. R. S. S.).....	330	110			
TB F-2, combat.....	329	51			
Thunderbolt, missions multiples (Etats-Unis).....	333	236			
Typhoon, chasse et attaque au sol (Angleterre).....	328	6			
Typhoon, chasse.....	329	79			
Typhoon, lance-fusées (Angleterre).....	333	235			
Vought-Sikorsky « Corsaire » ailes repliées, chasse (Etats-Unis).....	329	51			
Vought-Sikorsky F4U-2 « Corsair » (Etats-Unis).....	329	46			
Vought-Sikorsky V. S. 300 (hélicoptère).....	329	68			
YAK4, bombardement (U. R. S. S.).....	330	109			
YAK9, chasse (U. R. S. S.).....	330	108			
Axone.....	330	112			
B					
Bailey (Reconstruction des ponts).....	332	207			
Baillager. — Cerveau.....	330	113			
Baleines (La guerre et les). — A. C.....	331	174			
Bancs d'essais des moteurs d'avions (Récupération de l'énergie aux). — A. C.....	328	43			
BARRAGES :					
Fort Loudun dans la haute vallée du Tennessee.....	333	222			
Joe Wheeler.....	333	224			
Batteuse économique à l'essai dans une ferme d'expérience (T. V. A.).....	333	228			
Berger. — Ondes cérébrales.....	330	116			
Berk (Dialyseur).....	333	259			
Bilan aérodynamique d'un avion.....	329	81			
Biologie (Action des neutrons en).....	332	191			
Boissons et vitamines.....	331	175			
Boîtes de vitesses automatiques (Les), par Henri PERRI.....	329	55			
Bombardements aériens avant le débarquement de Normandie (6 juin 1944).....	328	4			
Bombardements aériens du Japon.....	331	134			
Bombe à réaction des Boeing B-17 « Forteresses volantes ». — E.....	332	194			
Bombe explosive (Défauts et qualités de la) contre les chemins de fer.....	332	201			
Bombe incendiaire (Efficacité de la grosse) contre les chemins de fer.....	332	202			
Bombes à réaction : V1 et V2, par Pierre BELLEROCHE.....	332	179			
Bonnet-Maury. — Dosage des neutrons.....	332	191			
Bose-Einstein. — Statistique.....	331	147			
Bosses du crâne (Phrénologie, étude des).....	330	111			
Brise-lames du port artificiel d'Arromanches pour le débarquement de Normandie (6 juin 1944).....	328	2			
Broca. — Cerveau.....	330	112			
Brodmann. — Cerveau.....	330	113			
Brouillard sur les aérodromes (Plus de).....	333	255			
Bronk. — Cerveau.....	330	116			
Brunhes (Jean). — Volume des êtres humains sur la terre. — E.....	329	66			
Buffon. — Infini.....	328	40			
C					
Calculer rapidement. — Kyser. — A. C.....	332	219			
Cambell. — Cerveau.....	330	113			
Camus. — Cerveau.....	330	119			
Cancer (Le neutron, arme nouvelle contre le), par Maurice E. NAIMIAS.....	332	189			
CANONS :					
Antichars américains à Saint-Lô.....	328	9			
Cantor (Georg). — Infini.....	328	38			
Carburant (Réserves de) des Etats-Unis. — E.....	331	141			
Carburants synthétiques (Vers une politique des) aux Etats-Unis. — E.....	332	206			
Carbures de tungstène obtenus à partir de poudres.....	328	33			
Carrousel pour pilotes, par J. B.....	329	83			
CARTES :					
Barrages sur le Tennessee et affluents. Extrême-Orient, bombardements du Japon.....	333	225			
France. — Rétablissement des communications ferroviaires et routières détruites par la guerre.....	332	213			
Japon (Bombardement du).....	331	138			
Japon, bombardements aériens.....	331	134			
Malte et communications dans le détroit de Sicile.....	330	124			
Mappemonde, bombardements du Japon.....	331	134			
Normandie. Front au 20 juin 1944.....	328	4			
Pacifique et ses îles.....	328	19			
Pacifique. (Manœuvre américaine du).....	330	126			
Philippines (Communications japonaises).....	330	123			
Philippines.....	328	20			
Saipan.....	331	139			
Tennessee et affluents (Barrages sur le).....	333	225			
Caton. — Cerveau.....	330	116			
Cécité verbale.....	330	117			
Cellules d'avions (Historique du perfectionnement des).....	329	74			
Cellules de l'organisme humain (Dimensions des). — E.....	331	150			
Cellules (Durées de vie des). — E.....	331	150			
Céramique (Laboratoire d'essai de la) de la T. V. A.....	333	227			

	N ^o	Pages
Cérébrales (Localisations), par Paul CHAUCHARD	330	111
Cerveau (Localisations des facultés dans le), par Paul CHAUCHARD	330	111
Cerveau (Poids du) et intelligence	330	113
Chadwick. — Neutrons	332	189
Chain. — Pénicilline	330	93
Chandrasekhar. — Naines blanches	331	148
Changement de vitesse automatique (Dans la construction automobile, l'avenir est au), par Henri PERRI	329	55
Changement de vitesse à différentiel	329	65
Changement de vitesse à inertie	329	62
Changement de vitesse continu à différentiel électrique	329	65
Changement de vitesse continu	329	60
Changement de vitesse hydraulique	329	61
CHARS :		
Alligators. — Amphibies à l'assaut de l'île de Peleliu	330	125
Chasseur de chars français	330	104
Charbon (Réserves de) américaines. — E. Charcot. — Cerveau	332	206
Chasseur-bombardier naval (Vers le)	330	112
Chauchard. — Cerveau	328	27
Chemins de fer (La paralysie des) par l'attaque aérienne, par Camille ROUGERON	330	114
Cherbourg (Siège de), 22-27 juin 1944	332	195
Clark (W.-H.). — Pénicilline. — E. Collin. — Cerveau	328	9
Combustion spontanée des poudres métalliques (Comment combattre la) ..	332	204
Commandants des armées de débarquement en Normandie (6 juin 1944)	330	113
Compound (Mode) pour locomotives	328	29
Compression d'un moteur	333	246
Conduite d'une voiture automobile (Lois de) et changement de vitesse ..	331	156
Congélation rapide des fraises par l'équipement loué aux fermiers par la T. V. A.	329	57
Consommation d'essence par jour pour la guerre. — E.	333	231
Convois (Escorte des) et porte-avions ..	331	141
Convois (Hélicoptère et escorte des), par Pierre LAMANCINE	329	47
Couple moteur et couple résistant pour une automobile	329	67
Coussinets autolubrifiants et métaux en poudre	329	55
Croiseur (La protection du), par C. R.	328	34
Croissance de la levure (Facteurs de). — A. C.	328	22
Cyclotron de 30 t du Collège de France ..	332	218
Cyclotron et télescope géants, par M. N. .	332	190
	332	205

D

Dam. — Vitamine K	329	87
Dandy. — Cerveau	330	115
D. C. A. (Batterie de) britannique à obus-fusées	332	185
Débarquement de Normandie du 6 juin 1944 (Les trois premières semaines du), par Pierre BELLEROUCHE	333	224
Déboisement aux Etats-Unis	328	3
Débrayage (Double), méthode pour le changement de vitesse en automobile ..	333	224
Décollage d'un avion d'un porte-avions au moyen de fusées	329	57
Défense de Londres contre les V1	328	24
Défenses allemandes du littoral de Normandie	332	184
Defour. — Oscillographe cathodique ..	328	5
Dégradation méthodique aux Etats-Unis ..	331	163
Delay. — Ondes cérébrales	333	224
Delmas-Marsalet. — Cerveau	330	116
Démocratie économique (La T. V. A. ou la), chef-d'œuvre de Franklin Delano Roosevelt, par Jean LABADIÉ	330	119
Denrées alimentaires (Perméabilité des papiers d'emballage à l'arome des). — A. C.	333	223
	331	175

Densités énormes des naines blanches ...	331	144
Descartes. — Cerveau	330	111
Détection des mines enfouies dans le sol, par André LAUGNAC	329	84
Dialyseurs utilisés pour construire un rein artificiel	333	257
Distillateur solaire pour naufragés. — A. C.	333	262
Doisy (E. A.). — Vitamine K	329	87
Domagk. — Chimiothérapie	330	92
Dosage des neutrons	332	191
Dosimètre enregistreur Hammer	332	192
Dosimètre-intégrateur de rayonnements ..	332	191
Douhet (Doctrine de)	333	233
Dubois. — Cerveau	330	113

E

Eau oxygénée-permanganate (Turbine à) des V2	332	187
Eau potable pour les naufragés des tropiques. — A. C.	333	262
Eclipse de Soleil du 9 juillet 1945	333	243
Econom. — Cerveau	330	113
Eddington. — Masse et luminosité des étoiles	331	145
Ehrlich. — Chimiothérapie	330	91
Einstein (Naines blanches et relativité d')	331	146
Ejection des gaz (Vitesse d') dans la propulsion par réaction	332	180
Electricité (Le T. V. A. et la consommation massive d')	333	229
Electricité (Production d') en Algérie. — E.	328	27
Electricité (Sabotages dans la production d') en France par la Résistance. — E.	333	242
Electrochoc	330	119
Embrayage automatique (Changements de vitesse à)	329	63
Embrayage centrifuge	329	63
Engrais et pisciculture. — A. C.	331	171
Erlanger. — Nerfs	331	162
Escorte des convois (Hélicoptère et), par Pierre LAMANCINE	329	67
Espace mort d'un cylindre de locomotive ..	333	246
Essence (Réserves d') des Etats-Unis. — E.	331	141
Etoiles (Calcul du rayon des)	331	143
Everest (Plus haut que le mont). — E. ...	332	216
Ewing (Maurice). — Photographie sous-marine. — E.	330	105

F

Femme des peuples sauvages et maternité. — E.	333	232
Femme (Résistance nerveuse de la). — E. ...	333	232
Féminin (Résistance nerveuse du sexe). — E.	333	232
Fer aggloméré (Aimants permanents en) ..	328	35
Ferme de Robinette (Enrichissement de la) par la T. V. A.	333	228
Fermi-Dirac. — Statistique	331	147
Filaments de lampes à incandescence (Préparation du tungstène ductile à partir de poudre pour les)	328	34
Fleischel (Déclencheur automatique de changement de vitesse d'automobile) ..	329	59
Fleming. — Pénicilline	330	92
Fletcher. — Pénicilline	330	93
Flotte de guerre des Etats-Unis. — E. ...	331	161
Flourens. — Cerveau	330	112
Fonstér. — Cerveau	330	112
Fonctions du rein (Multiples)	333	256
Forages pétroliers horizontaux. — A. C.	330	130
Fourneau. — Chimiothérapie	330	91
Fowler. — Naines blanches	331	147
Fraises (Quick-freezing appliqué au transport des)	333	229
Freud. — Cerveau	330	119

	N°	Pages		N°	Pages
<i>Frigorifique (Armoire) coopérative de Kensington (T. V. A.)</i>	333	228	<i>Karman (Von). — Finesse des avions...</i>	329	80
<i>Fritley. — Dosage des neutrons</i>	332	191	<i>Klarer. — Chimiothérapie</i>	330	92
<i>Fritsch. — Cerveau</i>	330	112	<i>Kleist. — Cerveau</i>	330	112
<i>Froid à la ferme et produits laitiers (T. V. A.)</i>	333	231	<i>Knott (Frank Alexander). — Pénicilline. — E.</i>	332	204
<i>Froid (Survie d'organismes solidifiés par le). — E.</i>	333	232	<i>Kokinos. — Cerveau</i>	330	113
<i>Fuées (Décollage d'un avion d'un porte-avions au moyen de)</i>	328	24	<i>Kolff (Dialyseur)</i>	333	259
G			<i>Kornmüller. — Cerveau</i>	330	116
<i>Gallen. — Cerveau</i>	330	111	<i>Kronecker. — Infini</i>	328	39
<i>Gall. — Cerveau</i>	330	111	<i>Kuiper (G. R.), astronome</i>	331	143
<i>Ganzheitstheorie du cerveau</i>	330	112	L		
<i>Gasser. — Nerfs</i>	331	162	<i>Lacassagne. — Cancer et neutrons</i>	332	194
<i>Gaz naturels et carburants synthétiques. — E.</i>	332	206	<i>Lance-fusées britanniques. — A. C.</i>	332	218
<i>Générateurs de neutrons</i>	332	189	<i>Lane (Homer)</i>	331	145
<i>Gleason (Denture) pour pignon</i>	331	160	<i>Lapicque. — Cerveau</i>	330	113
<i>Goldstein. — Cerveau</i>	330	112	<i>Lapicque. — Influx nerveux</i>	331	163
H			<i>Lapin (Mort d'un) tenu la tête en haut. — E.</i>	331	170
<i>Haas (Dialyseur)</i>	333	258	<i>Lashley. — Cerveau</i>	330	112
<i>Hammer (Dosimètre enregistreur)</i>	332	192	<i>Lawrence. — Cyclotron géant</i>	332	206
<i>Harkins. — Neutron</i>	332	189	<i>Leibniz. — Infini</i>	328	40
<i>Heutley. — Dosage de la pénicilline</i>	330	94	<i>Levure (Facteurs de croissance de la). — A. C.</i>	332	218
<i>Hélice à cinq pales. — A. C.</i>	330	131	<i>Lhermitte. — Cerveau</i>	330	112
<i>Hélicoptère et escorte des convois, par Pierre LAMANCINE</i>	329	67	<i>Lillenthal (T. V. A.)</i>	333	223
<i>Hélicoptère pour le transport des blessés</i>	329	69	<i>Localisations cérébrales (Les), par Paul CHAUCHARD</i>	330	111
<i>Hélicoptère Sirkorsky pour 14 passagers</i>	329	70	<i>Locomotive à trois cylindres</i>	333	250
<i>Héparine</i>	333	258	<i>Locomotive à vapeur en France (Avenir de la), par André CHAPELON</i>	333	245
<i>Herzprung-Russell (Diagramme de)</i>	331	144	<i>Locomotives à vapeur (Types de) mis en service en France depuis 1938</i>	333	246
<i>Hirudine</i>	333	258	LOCOMOTIVES A VAPEUR :		
<i>Hitzig. — Cerveau</i>	330	112	141-P, services divers	333	251
<i>Hobbs (Transmission à inertie pour changement de vitesse)</i>	329	62	142, services mixte et marchandises	333	253
<i>Hommes sur la Terre (Volume total des). — E.</i>	329	66	150-P pour marchandises	333	248
<i>Homoclinétique (Joint)</i>	331	160	152, services mixte et marchandises	333	253
<i>Hot pressing (Le)</i>	328	37	230, pour rames légères ultra-rapides	333	253
<i>Howard. — Insectes sur la Terre. — E.</i>	329	66	232 pour rapides	333	250
HYDRAVIONS :			232 pour services rapides	333	253
<i>Short « Sunderland », exploration</i>	330	105	240-P pour rapides	333	249
<i>Sunderland, exploration</i>	330	105	242 pour services rapides	333	253
<i>Hydrogène (Rôle de l') dans l'ionisation de la matière</i>	331	148	Locomotive tender fourgon au mazout 232	333	246
I			<i>Pacifique transformée</i>	333	247
<i>Ickes (Harold). — L'essence et la guerre. — E.</i>	331	141	<i>Loon (H. van). — Volume des êtres humains sur la Terre. — E.</i>	329	66
<i>Iles (Stratégie des), par Camille ROUGERON</i>	330	120	M		
<i>Infini (L'arithmétique de l'), par Maurice FRÉCHET</i>	328	38	<i>Marées (Utilisation de l'énergie des) en Angleterre. — A. C.</i>	331	173
<i>Infiniment grand (De l') à l'infiniment petit. Télescope et cyclotron géants, par M. N.</i>	332	205	<i>Marie (Pierre). — Cerveau</i>	330	112
<i>Influx nerveux</i>	330	113	<i>Marine de guerre française (Vers la renaissance de la), par François COURTIN</i>	330	97
<i>Influx nerveux, par Paul CHAUCHARD</i>	331	162	<i>Marine marchande française (Pertes de la). — E.</i>	330	110
<i>Infrarouge et séchage des peintures. — A. C.</i>	330	130	<i>Martin. — Pénicilline</i>	330	96
<i>Inondation (La T. V. A. contre l')</i>	333	230	<i>Masse-luminosité des étoiles (Loi d'Edington sur la)</i>	331	146
<i>Insectes (Prolifération des). — E.</i>	329	66	<i>Masses des naines blanches</i>	331	144
<i>Insectes sur Terre. — E.</i>	329	66	<i>Masses limites des naines blanches</i>	331	149
<i>Intelligence et poids du cerveau</i>	330	113	<i>Maternité chez les peuples sauvages (Comment est supportée la). — E.</i>	332	232
<i>Ionisation et naines blanches</i>	331	146	<i>Matière dégénérée et naines blanches</i>	331	147
<i>Irrigation (La T. V. A. et l')</i>	333	230	<i>Maupas. — Prolifération d'insectes. — E.</i>	329	66
J			<i>Médecine (Une révolution en) : la découverte de la pénicilline, par Jean LABADIÉ</i>	330	91
<i>Japon (Bombardements aériens du)</i>	331	134	<i>Mervil Jones. — Finesse des avions</i>	329	80
<i>Jeep (Qu'est-ce qu'une)? par Henri PETIT</i>	331	151	<i>Métallurgie des poudres (La), par M. GAUTIER</i>	328	28
<i>Joint homoclinétique</i>	331	160	<i>Métaux pulvérulents (Les applications et l'avenir des), par M. GAUTIER</i>	328	28
<i>Joliot (Cyclotron de 30 t du laboratoire de M.)</i>	332	190	<i>Métaux réfractaires obtenus à partir de poudres</i>	328	33
K			<i>Microscopes électroniques aux Etats-Unis. — A. C.</i>	331	172
<i>Kaolin de la Caroline du Nord à l'essai au laboratoire de céramique de la T. V. A. à Norris</i>	333	227	<i>Mietzsch. — Chimiothérapie</i>	330	92
			<i>Mimétisme des oiseaux de mer. — A. C.</i>	331	173
			<i>Mines (Détection des) enfouies dans le sol, par André LAUGNAC</i>	329	84

	N ^o	Pages		N ^o	Pages
Missions multiples (L'avion à), par Camille ROUGERON.....	333	233	Palomar (Coupole du télescope géant du mont)	332	205
Mitrailleuse mobile du bombardier russe P. E. 2	332	217	Papier aux Etats-Unis (L'industrie du). — A. C.	330	131
Monnier. — Cerveau	330	114	Papier d'emballage (Perméabilité du) à l'arome des denrées alimentaires — A. C.	331	175
Monnier. — Oscillographe cathodique et nerfs.....	331	162	Paramécie (Prolifération de la). — E....	329	66
Moore. — Naines blanches	331	146	Pascal. — Infini	328	38
Moteurs d'avions (Récupération de l'énergie aux bancs d'essais des).....	328	43	Pasteur. — Infini.....	328	38
Moteurs et propulseurs d'avions (Progrès des)	329	73	Pauli (Principe d'exclusion de).....	331	147
Mouret (Ch.) : équilibrage des pressions de deux pneus jumelés. — A. C.....	333	262	Pavlov. — Réflexes conditionnés.....	330	115

N

Naines blanches (Le mystère des), par Paul COUDERC	331	142	Perméabilité des papiers d'emballage à l'arome des denrées alimentaires, — A. C.	331	175
Navigation (La T. V. A. et la).....	333	230	Pertes de la marine marchande française. — E.	330	110
Navires de la marine française au 1 ^{er} février 1945 (Tableau des) avec leur armement	330	103	Pfeiffer	330	93
NAVIRES DE GUERRE :			pH (Définition simplifiée du).....	330	93
Atago, croiseur (Japon)	328	22	Philippines (La bataille aéronavale des) et ses enseignements (octobre 1944), par Camille ROUGERON	328	18
Card, porte-avions (Etats-Unis).....	329	50	Photographie sous-marine (Record de). — E.....	330	105
Casabianca, sous-marin (France).....	330	102	Prénologie de Gall.	330	111
Casabianca, porte-avions d'escorte (Etats-Unis).....	328	21	Pickering. — Naines blanches.....	331	144
Corvette (France).....	330	101	Pilotes (Carrousel pour), par J. B.....	329	83
Dragueur de mines en bois (France).....	330	104	Pinacope Pérez.....	331	166
Georges-Leygues, croiseur (France).....	330	100	Pipe-linc géant à travers l'Arabie (Projet de). — E.....	331	141
Hornet, porte-avions (Etats-Unis).....	329	48	Pipe-lines du front (Les). — A. C.	329	86
Hunt, contre-torpilleur (Angleterre).....	330	98	Pisciculture (Engrais et). — A. C.	331	171
Indomitable, porte-avions (Angleterre).....	329	49	Pneus jumelés (Pour équilibrer les pressions de deux). Ch. MOURET. — A. C..	333	262
Jean-Bart, cuirassé (France).....	330	98	Ponts (La « bataille » des) en France, par Charles BRACHET.....	332	207
Long Island, porte-avions (Etats-Unis)	329	50	Port artificiel d'Arromanches pour le débarquement de Normandie (6 juin 1944)	328	2
Lorraine, cuirassé (France).....	330	98	Porte-avions d'escadre	329	49
Malin, croiseur (France).....	330	101	Porte-avions d'escorte.....	329	52
Porte-avions d'escorte de la classe Casablanca (Etats-Unis).....	328	21	Porte-avions (L'évolution du) pendant la guerre, par François COURTIN	329	47
Richelieu, cuirassé (France). Camouflage	330	97	Poudres (La métallurgie des), par M. GAUTIER.....	328	28
Torpilleur d'escorte (France).....	330	100	Pressions de deux pneus jumelés (Pour équilibrer les). Ch. MOURET. — A. C.	333	262
Vedette rapide lance-torpille (France).....	330	102	Projector, lance-fusées britannique.....	332	218
Victorious, porte-avions (Angleterre).....	329	48	Projet d'équipement énergétique de l'Algérie. — E.....	328	27
Nerfs (Ce qu'a révélé l'oscillographe cathodique appliqué à l'étude des), par Paul CHAUCHARD	331	162	Propulseur de la V2.....	332	187
Neurone.....	330	112	Propulsion par réaction (Vitesse obtenue dans la) et vitesse d'éjection des gaz).....	332	180
Neutron (Le), arme nouvelle contre le cancer? par Maurice E. NAHMIA.....	332	189			
Neutronthérapie (La).....	332	193			
Nitti. — Pénicilline	330	96			
Niveaux électroniques dans l'atome.....	331	147			
NOBEL (PRIX) :					
Dam et Doisy	329	87			
Erlanger	331	162			
Gasser	331	162			
Nombres transfinis.....	328	40			
Normandie (Les trois premières semaines du débarquement de) du 6 juin 1944, par Pierre BELLEROCHE.....	328	3			

O

Obus-fusées (Batterie de D. C. A. britannique à).....	332	185
Oufs frais au bout d'un an. — A. C.....	331	174
Oufs sans coquille (Sulfamide et). — E.....	331	170
Oiseaux de mer (Mimétisme des). — A. C.	331	173
Ordre infiniésimal.....	328	40
Oscillographe cathodique appliqué à l'étude des nerfs (Ce qu'a révélé), par Paul CHAUCHARD	331	162

P

Pain de farine de froment, pure, additionnée de farine de maïs ou de sorgho sucrier	328	17
---	-----	----

Q

Quick-freezing (La T. V. A. et le).....	333	229
---	-----	-----

R

Radeau pneumatique pour vingt-cinq personnes. — A. C.	329	86
Radiateur d'avion à vitesse ralentie.....	329	76
Radioéléments artificiels dans l'industrie. — A. C.	333	261
Radiographie miniature. — A. C.	333	262
Radio-yttrium. — A. C.	333	261
Ramon y Cajal. — Cerveau, neurone.....	330	112
Rapport volumétrique d'un moteur.....	331	156
Rayons X et analyse des peintures.....	331	167
Réaction (Avions à) : Messerschmitt 262, Bell P59 « Airacomet ».....	333	240

	N ^o	Pages		N ^o	Pages
Réaction (Bombes à) : V1 et V2, par Pierre BELLEROCHE.....	332	179	Superforteresses sur le Japon, par Pierre BELLEROCHE	331	135
Réactions allemandes contre le débarquement de Normandie (6 juin 1944).....	328	10	Surchauffe des locomotives.....	333	246
Record de vitesse en avion (Historique du).....	329	71	Surdité verbale.....	330	117
Récupération de l'énergie aux bancs d'essais des moteurs d'avions. — A. C. Rein artificiel (Peut-on construire un)? par D. BARGETON	333	256	Surmultiplication (Embrayage de).....	329	64
Réseaux ferrés (Attaque aérienne et paralysie des), par Camille ROUGERON.	332	195	Synchromesh	331	151
Réserves de carburant des États-Unis. — E.....	331	141	T		
Réserves de charbon américaines. — E..	332	206	Taux de compression d'un moteur.....	331	156
Résistances parasites des avions (Suppression des).....	329	75	Télescope et cyclotron géants, par M. N. Tennessee (La T. V. A. et l'aménagement de la vallée du), par Jean LABADIÉ ..	332	205
Respiration artificielle à la portée de tous. — A. C.....	333	263	Thalimer (Dialyseur).....	333	223
Ringer (Liquide de).....	333	259	Tourisme (La T. V. A. et le).....	333	230
Robin. — Infini.....	328	39	Transports (La paralysie des) par l'attaque aérienne, par Camille ROUGERON.	332	195
Robin van Roggen (Changement de vitesse continu).....	329	61	Traverses des voies ferrées (Machine allemande pour briser les). — A. C.....	329	87
Robin van Roggen (Roue libre).....	329	59	Trefouël. — Chimiothérapie.....	330	92
Robinette (Enrichissement de la ferme de), par la T. V. A.....	333	228	Tungstène ductile pour filaments de lampes obtenu à partir de poudre.....	328	34
Rocking et respiration artificielle. — A. C.....	333	263	Turbine à eau oxygénée-permanganate des V2.....	332	187
Röntgen (Définition du).....	332	191	Turner (Dialyseur).....	333	257
Rolls-Royce (Radiateur d'avion).....	329	78	T. V. A. (La) ou « la démocratie économique », chef-d'œuvre de Franklin Delano Roosevelt, par Jean LABADIÉ ..	333	223
Roosevelt (La T. V. A. ou la « démocratie économique », chef-d'œuvre de Franklin Delano), par Jean LABADIÉ.	333	223	U		
Roue libre Robin van Roggen.....	329	59	Ultramicroscopes électroniques aux États-Unis. — A. C.....	331	172
Rougeron. — Bombes à réaction. — E...	332	194	Ultraviolet et analyse des peintures....	331	169
Roumtree (Dialyseur).....	333	257	Unité Oxford pour la pénicilline	330	94
Russel (Diagramme de Herzprung).....	331	144	Urée (Rôle utile de l'). — E.....	333	232
S			V		
Sables bitumineux et carburants synthétiques. — E.....	332	206	V1 (Caractéristique et coupe de la)....	332	178
Sabotages dans la production d'électricité en France par la Résistance. — E.	333	242	V2 (Caractéristiques et coupe de la)....	332	186
Sang (Anticoagulants du) : hirudine et héparine.....	333	258	V1 et V2 (Bombes à réaction), par Pierre BELLEROCHE	332	179
Savoir de certaines substances. — A. C.	331	174	Van Maanen. — Naines blanches.....	331	144
Schistes et carburants synthétiques. — E	332	206	Véhicules de l'armée américaine (Tableau des).....	331	159
Schnorkel-Spirall (Système) pour le renouvellement de l'air dans les sous-marins en plongée. — A. C.....	330	129	Vie d'organismes solidifiés par le froid. — E.....	333	232
Séchage des peintures (Pour accélérer le). — A. C.....	330	130	Vitamine K et prix Nobel. — A. C.....	329	87
Sélectivité des neutrons.....	332	192	Vitamines (Boissons et). — A. C.....	331	175
Sensaud de Lavaud (Changement de vitesse automatique).....	329	60	Vitesse des avions (La) : ses progrès, ses limites, par Pierre SARLAC.....	329	71
Sérum artificiel (Liquide de Ringer)....	333	259	Vitesse d'injection des gaz dans la propulsion par réaction	332	180
Shori. — Métallisation.....	328	32	Vogl. — Cerveau.....	330	112
Soleil (Eclipse de) du 9 juillet 1945.....	333	243	Voies ferrées (Machine allemande à détruire les). — A. C.....	329	87
Sorgho sucrier (Les applications alimentaires et industrielles du), par le docteur DELUCQ	328	12	W		
Sous-marins en plongée (Air pur pour les) — A. C.....	330	129	Waterbury (Changement de vitesse hydraulique)	329	62
Spitfire XIV à cinq pales (Le). — A. C..	330	131	Weckel (Equipement hydroélectrique de l'Algérie). — E.....	328	27
Stéfan. — Energie des étoiles.....	331	143	White spirit	328	30
Stratégie des îles (La), par Camille ROUGERON.....	330	120	Widia (Outil de coupe avec plaquette de)	328	35
Sturtevant (Changement de vitesse)....	329	63	Y		
Sucrier (Les applications alimentaires et industrielles du sorgho), par le docteur DELUCQ	328	12	Yellow (Changement de vitesse à baladeur)	329	64
Sulfamide et œufs sans coquille. — E...	331	170	Yttrium et radio-yttrium. — A. C.....	333	261