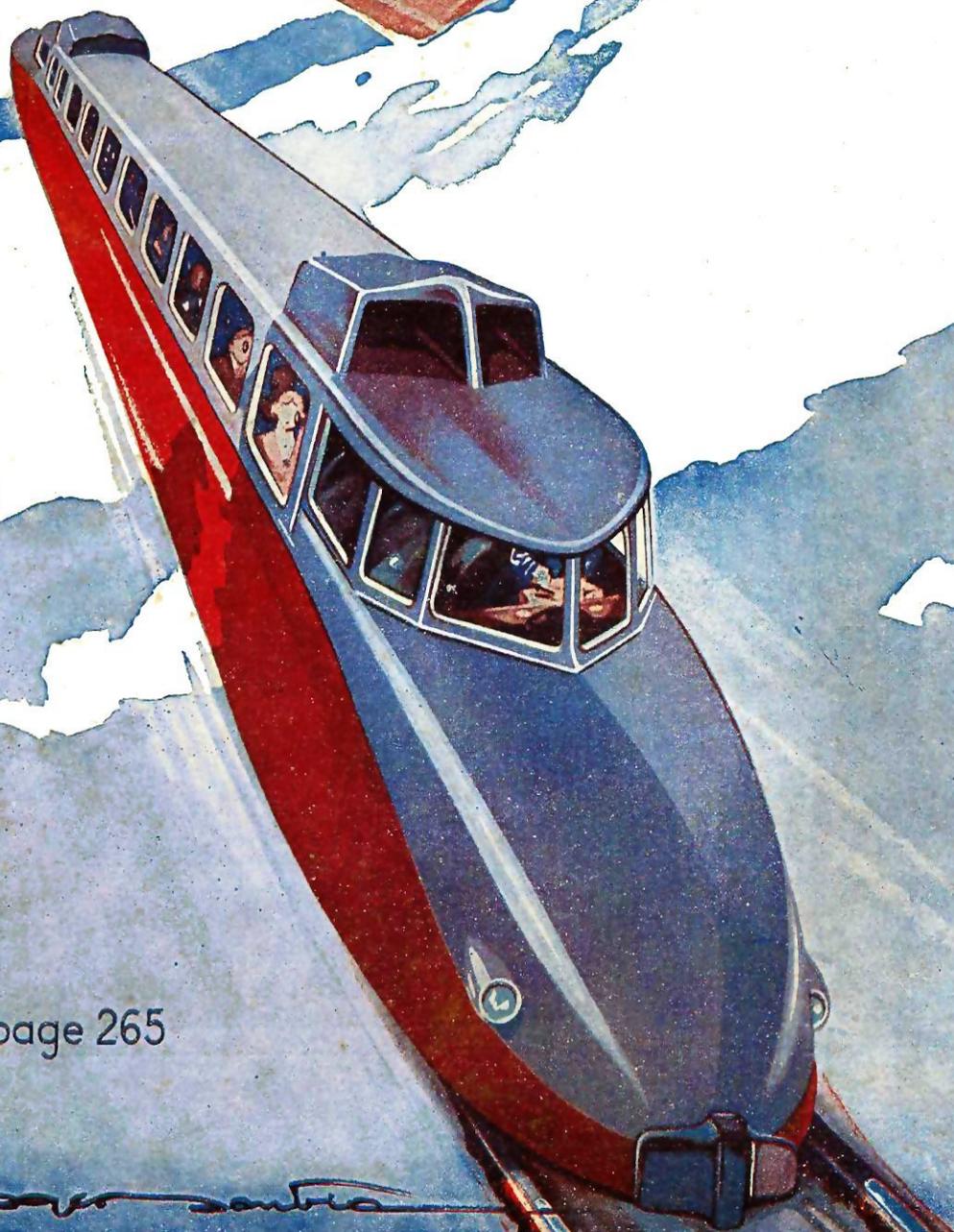


Décembre 1942

7 francs

la Science et la Vie



Voir page 265

ECOLE SPECIALE DE T.S.F.

Normalement à SECTION DE L'ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL Pendant la guerre:
PARIS **NICE**

Sauf pendant la guerre Fondée en 1917
152, Avenue de Wagram 3, Rue du Lycée

COURS PAR CORRESPONDANCE

(Inscription à toute époque)

Les élèves des Cours par correspondance reçoivent des cours autographiés ou ouvrages imprimés et des séries de devoirs qui leur sont corrigés et retournés conformément à un emploi du temps.

SECTION ADMINISTRATIVE

L'importance de cette section est des plus grandes, car les seuls brevets de Radiotélégraphiste délivrés par l'Etat ont les trois certificats que délivre après examen le Ministre des P.T.T. Aucune limite d'âge au-dessus de 17 ans.

CERTIFICAT SPÉCIAL

Accessible aux jeunes gens ayant une bonne instruction primaire.

CERTIFICAT DE 2^e CLASSE

Accessible aux jeunes gens ayant une bonne instruction primaire supérieure ou ayant fait le lycée jusqu'à la seconde.

CERTIFICAT DE 1^{re} CLASSE

Accessible aux jeunes gens ayant terminé la classe de première de lycée ou 3^e année des écoles professionnelles.

A QUOI SERVENT CES BREVETS ?

Le certificat spécial permet l'entrée dans les armes du Génie, de l'Air, de la Marine de guerre; comme écoutateur sur les navires de commerce. Il peut servir aux officiers de la Marine marchande et aux navigateurs aériens.

Les certificats de 1^{re} et 2^e classe, à condition d'être titulaire du diplôme de Radio de la Marine marchande, leur permettent de naviguer comme officier sur les navires de commerce. Ils facilitent l'entrée dans toutes les Administrations.

AUTRES CONCOURS ET EXAMENS

DÉFENSE NATIONALE. — Engagement dans l'Armée, l'Aviation, la Marine; école de sous-officiers-élèves officiers, officiers de réserve.

MINISTÈRE DE L'AIR. — Opérateurs et chefs de poste des aérodromes, navigateurs aériens.

P. T. T. — Sous-ingénieurs radios, certificats de radios de postes privés.

POLICE. — Inspecteurs radios.

COLONIES. — Préparations spéciales suivant les colonies.

MARINE MARCHANDE. — Préparation à la section radio des écoles de la Marine marchande (loi du 4 avril 1942).

DÉFENSE DU TERRITOIRE. — Mécaniciens radios, opérateurs, sous-chefs radios (emplois nouveaux).

SECTION INDUSTRIE

Plus que jamais, la radiotechnique s'offre aux jeunes gens en quête d'une carrière pleine d'intérêt. Depuis 1918, notre école s'est spécialisée dans cet enseignement, et des cours et des devoirs sont gradués et mis au point d'une façon rationnelle.

COURS D'AMATEUR RADIO

Cours très simple à l'usage des amateurs.

COURS DE MONTEUR-DÉPANNÉUR

Notions d'arithmétique, algèbre, géométrie, Electricité, T. S. F., Dépannage, Construction et Montage de postes.

COURS D'OPÉRATEUR

Arithmétique, Algèbre, Géométrie, Physique, Mécanique, Electricité industrielle, T. S. F., Dessin, Dépannage, Construction et Montage de postes.

COURS DE RADIOTECHNICIEN

Arithmétique, Algèbre, Géométrie, Trigonométrie, Règle à calcul, Mécanique, Résistance des matériaux, Physique, Chimie, Electricité, Moteurs thermiques, Radiotechnique théorique et appliquée, Dépannage, Construction et Montage, Dessin.

COURS DE SOUS-INGÉNIEUR

Algèbre, Géométrie, Trigonométrie, Règle à calcul, Mécanique, Résistance des matériaux, Electricité, Mesures radioélectriques, Radioélectricité théorique et appliquée, Emission, Réception, Installation et ensemble, Ondes dirigées, Moteurs thermiques, Télévision, etc.

COURS D'INGÉNIEUR

Mathématiques supérieures, Géométrie analytique, Géométrie descriptive, Physique, Thermodynamique, Mécanique, Résistance des matériaux, Electrotechnique théorique et appliquée, Mesures, Construction de l'appareillage, Radioélectricité théorique et appliquée, Projets, Télévision, Moteurs thermiques.

ÉLECTROTECHNICIEN EN TÉLÉVISION ET CINÉMA

Electricité, Radiotechnique, Acoustique, Optique, Cinéma, Cinéma sonore, Télévision.

Envoi du programme général. (Joindre 3 fr. 50 en imbres)

COURS SUR PLACE

Les cours sur place pour la section P.T.T. ont lieu à l'École privée d'Enseignements Maritimes, 21, boulevard Franck-Pilatte, NICE. Prochaine rentrée en janvier.

L'ÉCOLE UNIVERSELLE

a été créée pour vous

et pour tous ceux qui ne peuvent suivre un enseignement oral ou de rythme normal. L'ÉCOLE UNIVERSELLE a résolu toutes les difficultés de résidence, d'âge, de santé, de retard. Elle permet de s'instruire en conservant son emploi. Ses cours par correspondance s'adaptent à chaque cas particulier et tendent à tous l'incomparable facilité d'entreprendre ou de continuer des études complètes dans toutes les branches du savoir.

Documentez-vous sans tarder sur ce célèbre enseignement individuel qui permet de faire chez soi, aux moindres frais, et dans le minimum de temps, toutes les études avec le maximum de chances de succès.

Les élèves de l'ÉCOLE UNIVERSELLE ont remporté des dizaines de milliers de succès aux Baccalauréats et des dizaines de milliers de succès aux Brevets, Licences, Concours des Grandes Ecoles et des Grandes Administrations.

Ecrivez dès aujourd'hui à l'ÉCOLE UNIVERSELLE, 12 place Jules-Ferry, Lyon, qui vous adressera gratuitement par retour du courrier celle de ses brochures qui vous intéresse.

BROCHURE N° L. 5.649. — ENSEIGNEMENT PRIMAIRE : Classes complètes depuis le cours élémentaire jusqu'au Brevet supérieur, Classes de vacances, Diplôme d'études primaires préparatoires, Certificat d'études, Bourses, Brevets, Certificat d'aptitude pédagogique, etc.

BROCHURE N° L. 5.650. — ENSEIGNEMENT SECONDAIRE : Classes complètes depuis la onzième jusqu'à la classe de Mathématiques spéciales incluse, Classes de vacances, Examens de passage, Certificat d'études classiques ou modernes du premier cycle, Diplôme de fin d'études secondaires, Baccalauréats, etc.

BROCHURE N° L. 5.651. — ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR : Licences (Lettres, Sciences, Droit), Professorats (Lettres, Sciences, Langues vivantes, Classes élémentaires des Lycées, Collèges, Professorats pratiques), Examens professionnels, P.C.B., etc.

BROCHURE N° L. 5.652. — GRANDES ÉCOLES SPÉCIALES : Agriculture, Industrie, Travaux publics, Mines, Commerce, Armée et Marine, Enseignement, Beaux-Arts, Assistance, etc.

BROCHURE N° L. 5.653. — CARRIÈRES DE L'INDUSTRIE, des MINES et des TRAVAUX PUBLICS : Ingénieur (diplôme d'Etat), Sous-Ingénieur, Dessinateur, Conducteur, Chef de chantier, Contremaître, etc.

BROCHURE N° L. 5.654. — CARRIÈRES DE L'AGRICULTURE et du GÉNIE RURAL, etc.

BROCHURE N° L. 5.655. — CARRIÈRES DU COMMERCE (Administrateur commercial, Secrétaire, Correspondancier, Sténo-Dactylo, Représentant, Services de publicité, Teneur de livres), de l'INDUSTRIE HOTELIÈRE, des ASSURANCES, de la BANQUE, de la BOURSE, etc.

BROCHURE N° L. 5.656. — ORTHOGRAPHE, RÉDACTION, VERSIFICATION, CALCUL, DESSIN, ÉCRITURE, etc.

BROCHURE N° L. 5.657. — LANGUES VIVANTES (Anglais, Allemand, Italien, Espagnol, Arabe, Annamite), TOURISME (Interprète), etc.

BROCHURE N° L. 5.658. — AIR, RADIO, MARINE : Pont, Machine, Commissariat, T.S.F., etc.

BROCHURE N° L. 5.659. — SECRÉTARIATS, BIBLIOTHÈQUES, JOURNALISME (Rédaction, Administration, Direction), etc.

BROCHURE N° L. 5.660. — ÉTUDES MUSICALES : Solfège, Harmonie, Composition, Piano, Violon, Flûte, Clarinette, Instruments de jazz, Professorats, etc.

BROCHURE N° L. 5.661. — ARTS DU DESSIN : Dessin pratique, Anatomie artistique, Dessin de Mode, Illustration, Composition décorative, Aquarelle, Gravure, Peinture, Fusain, Pastel, Professorats, Métiers d'Art, etc.

BROCHURE N° L. 5.662. — MÉTIERS DE LA COUTURE, de la COUPE, de la MODE, de la LINGERIE, de la BRODERIE : Petite main, Seconde main, Première main, Vendeuse, Retoucheuse, Modéliste, Professorats, etc.

BROCHURE N° L. 5.663. — ART DE LA COIFFURE ET DES SOINS DE BEAUTÉ : Coiffeuse, Manucure, Pédicure, Masseur, etc.

BROCHURE N° L. 5.664. — CARRIÈRES FÉMININES : dans toutes les branches d'activité.

BROCHURE N° L. 5.665. — TOUTES LES CARRIÈRES ADMINISTRATIVES : Secrétariats d'Etat, Administrations financières, Inspection du Travail, Banques, Magistrature, Police, P.T.T., Ponts et Chaussées, Chemins de fer, Préfectures, Mairies, etc.

Si vous désirez, en outre, des renseignements particuliers sur les études que vous êtes susceptible de faire et sur les situations qui vous sont accessibles, écrivez plus longuement. Toutes les indications vous seront fournies de la façon la plus précise et la plus détaillée, toujours à titre absolument gracieux et sans engagement de votre part.

ÉCOLE UNIVERSELLE

12 Place Jules-Ferry - LYON

59 Boulevard Exelmans - PARIS

Faites apprendre le Dessin à vos enfants.

SEULE, l'École A.B.C. a créé pour eux un cours spécial par correspondance qui compte déjà plusieurs milliers de jeunes élèves de 8 à 13 ans.

Dans la France nouvelle, l'avenir s'ouvre à ceux qui seront à même de donner toute la mesure de leur valeur personnelle. Et n'oubliez pas que le dessin, dont le rôle est si grand dans notre activité commerciale et industrielle, sera pour vos enfants non seulement une source de joies, mais aussi une arme extrêmement précieuse dans la vie.

Ce cours instruit l'enfant en l'amusant, développe son esprit d'observation, son sens critique, lui donne pour toujours l'amour de la nature et le goût de dessiner. Il n'existe pas de cours similaire; et son succès chaque jour grandissant témoigne de la faveur qu'il rencontre auprès des parents soucieux de la formation intellectuelle et artistique de leurs enfants, pour l'avenir desquels le dessin représente une arme bien précieuse.

L'École A.B.C. comprend plusieurs cours :

- COURS DE DESSIN POUR ADULTES;
- COURS DE DESSIN POUR ENFANTS;
- Et, pour les personnes sachant déjà dessiner, COURS DE DESSIN PUBLICITAIRE.

L'ÉCOLE A.B.C. a toujours la plus moderne des méthodes. Écartant tout travail de copie, elle s'adapte à la personnalité de chaque élève, facilite aussi sa spécialisation, soit dans une branche artistique : portrait, paysage, soit dans une branche commerciale : illustration, décoration, dessin publicitaire, etc.

BROCHURE GRATUITE

Envoyez le coupon et vous recevrez la brochure gratuite (joindre 5 francs en timbres pour tous frais).
Spécifiez bien le cours qui vous intéresse : Cours de dessin pour Enfants ou pour Adultes.



Croquis puissant, réalisé au pinceau par un de nos élèves, aujourd'hui notre collaborateur.

ÉCOLE A.B.C. (Section C. B. 5)

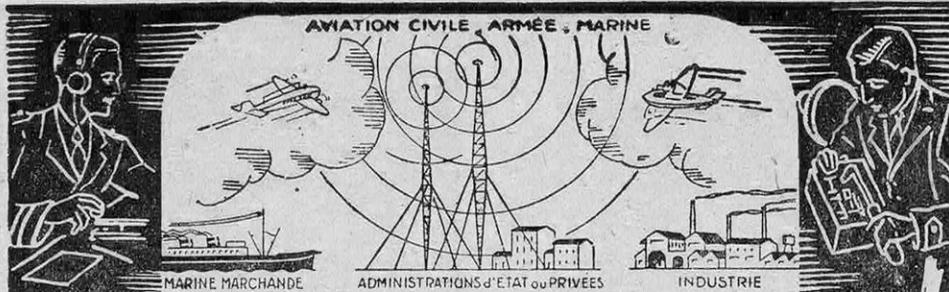
Z. O. : 12, rue Lincoln - PARIS (VIII^e)

Z. N. O. : 6, rue Bernadotte - PAU (B-P.)

Cours choisi : **Adultes** ou **Enfants**
(Rayer la mention qui ne convient pas)

NOM :

ADRESSE :



FAITES VOTRE SITUATION DANS LA RADIO!

■ POURQUOI hésiteriez-vous, **JEUNES GENS**, à chercher votre voie ? Votre jeunesse impatiente d'action y trouvera les plus grandes possibilités d'avenir, et de nombreux débouchés riches en perspectives nouvelles, modernes, sportives...

SUIVEZ NOS COURS SPÉCIAUX PAR CORRESPONDANCE

Notre Ecole, dirigée par le Commandant DUPONT, ancien professeur des Ecoles militaires, vous donnera le **maximum de chances possibles de succès** aux examens et concours officiels.

Nos cours, spécialement étudiés, répondent à **chaque cas** particulier, suivant le degré d'instruction de **chaque élève** et la spécialisation vers laquelle il souhaite se diriger.

○ **SI VOUS AIMEZ LA MER**, les voyages à travers le monde, le changement, **LA CARRIÈRE D'OFFICIER RADIO DE LA MARINE MARCHANDE** vous conviendra tout particulièrement par suite de sa vie saine, instructive et nouvelle.

○ **SI VOUS AIMEZ L'AVIATION**, la vie sportive, les grands espaces, **LA CARRIÈRE D'OPÉRATEUR RADIO VOLANT** de l'Aéronautique civile ou militaire vous donnera toutes les satisfactions que vous pouvez en attendre.

○ **SI VOUS AIMEZ LA VIE DES COLONIES**, comme **CHEF DE POSTE RADIO DES MINISTÈRES, DES STATIONS DU RÉSEAU TRANSSAHARIEN**, vous aurez une vie pleine d'attraits et dont la principale caractéristique est l'indépendance.

○ **SI VOUS PRÉFÈREZ LA MÉTROPOLÉ ET LES FONCTIONS ADMINISTRATIVES**, les carrières d'**OPÉRATEUR RADIO** terrestre des Ministères et des grandes Administrations d'État ou privées, d'**INSPECTEUR RADIO POLICE** vous conviendront.

○ **LA VIE INDUSTRIELLE** vous apportera avec les carrières d'**INGÉNIEUR, de DÉPANNÉUR, ou de MONTEUR RADIO**, toutes les satisfactions techniques que demande votre esprit à tournure scientifique et pratique tout à la fois.

○ **LA TÉLÉVISION ?...** est déjà une réalité commerciale. **Demain**, elle prendra le développement prodigieux qu'on est en droit de prévoir. **Sachez, dès aujourd'hui, préparer votre avenir** en vous apprêtant à la fonction de **SPÉCIALISTE**.

**JEUNES GENS, N'HÉSITÉS PAS A NOUS DEMANDER CONSEIL
IL VOUS SERA RÉPONDU PAR RETOUR DU COURRIER**

— NOTICE GRATUITE SUR DEMANDE —

ÉCOLE de RADIOÉLECTRICITÉ et de TÉLÉVISION de LIMOGES

15, RUE DU DOCTEUR BERGONIÉ — LIMOGES — H.V.

Monsieur le directeur Veuillez m'adresser, sans engagement de ma part, la documentation GRATUITE concernant votre ÉCOLE et plus particulièrement le cours de

NOM

PRÉNOMS

ADRESSE

la
preuve
est faite

9/9
9/9

Au Bois de Boulogne,
au Chateau de Carbonisation de la Ville de
PARIS, les Fournisseurs BONNECHAUX viennent encore de remporter un brillant succès.

Sous un contrôle sévère et d'ailleurs constaté, en présence des meilleurs spécialistes européens et des personnalités officielles, des démonstrations d'épreuve, de satisfaction, de carbonisation et de récupération de gazodérou et jus gazeux ont eu lieu les 9 et 10 juin 1942.

Les résultats obtenus ont été les suivants :

Charbon de bois 23,30 %

Sous-Produits 4,31 %

Robustes, malléables, indéformables grâce à leurs fibres caennaises, ils fonctionnent seuls, automatiquement, sans surveillance et sans combustion d'appoint.

Des centaines d'appareils en service depuis plus de deux ans confirment la supériorité des Fournisseurs BONNECHAUX qui savent allier les plus hautes qualités techniques à la simplicité nécessaire au matériel forestier.

La preuve est faite, les Fournisseurs BONNECHAUX ont acquis la place qu'ils méritent : la première.

CARBO-FRANCE

Siège social :

6, av. de la Victoire. — TOULON

Tél. :



67-68

les lubrifiants
sont précieux

INDUSTRIELS,
TRANSPORTEURS
ET TOUS USAGERS
DE LUBRIFIANTS,
RÉGÉNÉREZ
ET PURIFIEZ
VOUS-MÊMES VOS
HUILES USEES ET
COMBUSTIBLES :
FUELOIL, GAZOIL,
ETC... GRACE AU

RÉGÉNÉRATEUR
INTÉGRAL
AUSTIN

équipé d'un générateur à vapeur surchauffée et d'un récupérateur par le vide, seul appareil assurant filtration sur terre activée sans acide sulfurique. ÉPURATION, CLARIFICATION DÉCOLORATION, DÉGAZOLAGE
RENDEMENT 80 A 90 %
TRAITE 200 LITRES PAR 24 h.
SURVEILLANCE FACILE

En vente à :

**CARBOGAZ
- CENTRE**

60, rue de la Charité
LYON Tél. F. 28-41

Et tous commissionnaires
en accessoires automobiles



Ne restez pas inactif !

Apprenez le dessin par la méthode MARC SAUREL "LE DESSIN FACILE"

Institution française



Croquis d'après nature par
un jeune débutant

VOICI le retour de la mauvaise saison et des longues soirées. Ne restez pas inactif : vous pouvez consacrer chaque semaine

quelques heures à l'étude du dessin, le soir sous la lampe, et

quand le printemps reviendra vous aurez une nouvelle pas-

sion. Vous aussi vous connaîtrez l'enthousiasme qu'expriment si souvent les élèves de Marc Saurel dès le début de leurs études.

Mais qu'a-t-elle donc de si étonnante

direz-vous, cette nouvelle méthode d'enseignement du dessin par correspondance ? Marc Saurel n'a pas consacré trente années de sa vie à la formation de dessinateurs dont beaucoup sont devenus des artistes réputés, sans acquérir une profonde expérience de tous les détails qui facilitent aux élèves leur apprentissage. Inculquer la joie de dessiner, ainsi se résume le programme de Marc Saurel. Et ce que l'on apprend avec joie se prête à des progrès plus rapides.

Pour ceux que tente un métier graphique lucratif, l'enseignement général du dessin est suivi de cours techniques : dessin animé pour cinéma, dessin de mode, de publicité, d'illustration, de lettres.



Croquis de nu, fait
directement à la plume
par une jeune élève,
Mademoiselle M. P.

Et voici pour les enfants de 6 à 12 ans : Le cours de dessin élémentaire mis au point par Marc SAUREL permet aux enfants d'apprendre en s'amusant tous les principes essentiels du dessin. Spécialement adapté à leur âge, et conçu pour eux, ce cours de dessin élémentaire sera pendant un an leur principale distraction. Demandez la notice spéciale au Dessin Facile.

BON pour une brochure SV 28 illustrée gratuite, à envoyer, en soulignant le genre de dessin qui vous intéresse :

CROQUIS, PORTRAIT, PAYSAGE, DESSIN de MODE, d'ILLUSTRATION, de PUBLICITÉ, de LETTRES, DESSIN ANIMÉ pour CINÉMA, etc...

"LE DESSIN FACILE" - 11, rue Keppler, Paris-16°
Z. N. O. : "LE DESSIN FACILE" - Bandol (Var)

Profitez encore de nos Tarifs en cours jusqu'à fin 1942

Raser c'est bien...
protéger l'épiderme
c'est mieux!!!



RazViTe rase de "très près" et sans douleur. C'est aussi une crème onctueuse et adoucissante possédant des propriétés épidermiques remarquables. Elle répare les effets pernicioeux des savons desséchants. RazViTe vous rendra promptement une peau fraîche et sans rides.

RAZVITE
LA CRÈME DES HOMMES

79, Champs-Élysées, PARIS • LA BOITE POUR 21^{Fr}
44, Canebière, MARSEILLE • 4 MOIS

UNE CARRIÈRE
SANS ALEA...

INDUSTRIE

COMMERCE

RADIO

MARINE

AVIATION

T.S.F.

TELEVISION



Choisissez un métier sans chômage. - Orientez-vous vers la Radio-Électricité aux débouchés multiples. - Suivez chez vous par correspondance les cours de radio-monteur, dépanneur, sous-ingénieur de T.S.F.

Brochure gratuite No 6
L'ECOLE VESUNA
24, Boul' A.-Claveille
PERIGUEUX

SÉRIES de TIMBRES

provenant
d'ŒUVRES et d'ÉCHANGES
FORTE REMISE



ÉCRIRE :

Ab. DENIS

LA COUILLE (Dordogne)

R. C. Seine 3.541

LA RADIO

*s'apprend
aussi..*



...par **CORRESPONDANCE**



- 24 années de fonctionnement et d'expériences.
- 25 Professeurs-Ingénieurs, parmi lesquels figurent les grands noms de la Radio.
- 24.000 Élèves instruits et placés.
- 1919, depuis cette date, ses Méthodes d'Enseignement, ont classé l'Ecole Centrale de T.S.F., indiscutablement à la 1^{re} Place.

Telles sont quelques-unes des Références que nous vous apportons en zone non-occupée où nous avons créé pour vous une annexe.

Demandez-nous dès aujourd'hui, le "GUIDE GRATUIT DES CARRIÈRES"



ÉCOLE CENTRALE DE T-S-F

12 rue de la Lune PARIS 2^e



Téléphone Central 78-87

"Annexe, 8 rue Porte de France - VICHY (Allier)"

Publicités Réunies



ÉCOLE CIVIL AIR ET INDUSTRIE DU GÉNIE CIVIL ET MARINE

PARIS, 152, AVENUE WAGRAM

SECRETARIAT EN ZONE LIBRE :

NICE, 3, RUE DU LYCÉE, 3

Enseignement par correspondance

(INSCRIPTION A TOUTE ÉPOQUE)

INDUSTRIE

DESSINATEUR, TECHNICIEN, SOUS-INGÉNIEUR, INGÉNIEUR en Mécanique générale, Constructions aéronautiques, Electricité, Electromécanique, Radiotechnique, Chimie industrielle, Bâtiment, Travaux Publics, Constructions navales, Géomètres.

ADMINISTRATIONS

Ponts et Chaussées et Génie rural (ad-joint technique et ingénieur adjoint); **P. T. T.** opérateurs radios, surnuméraires, vérificateurs, dessinateurs, etc.); **Divers** - Tous les concours techniques, géomètres compris, des diverses administrations France et Colonies.

MARINE

Ecole Navale et Ecole des Elèves Ingénieurs-Mécaniciens, Ecoles de Maistrance, Ecole nationale des Elèves-Officiers, Ecoles nationales de la Marine marchande.

AIR ET ARMÉE

Préparation à l'école de l'Air et à celle des officiers mécaniciens et aux écoles de sous-officiers, élèves officiers St-Maixent et autres, actuellement en zone libre.

AVIATION CIVILE

Brevets de Navigateurs aériens. Concours d'Agents techniques et d'Ingénieurs Adjoins, Météorologistes, Opérateurs Radioélectriciens, Chefs de Poste.

COMMERCE - DROIT

SECRETARE, COMPTABLE ET DIRECTEUR, CAPACITÉ EN DROIT, ETUDES JURIDIQUES.

LYCÉES Préparation de la 6^{ème} aux Baccalauréats compris.

AGRICULTURE

AGRICULTURE GÉNÉRALE, MÉCANIQUE ET GÉNIE AGRICOLE.

ÉCOLES NATIONALES

Préparation à l'entrée à toutes les Ecoles nationales, secondaires, techniques et supérieures.

SECTION SCIENCES

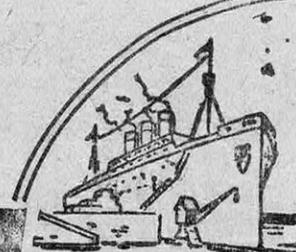
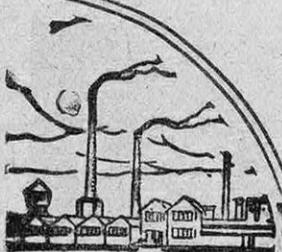
Etude et développement par correspondance des Sciences mathématiques et appliquées depuis les cours d'initiation jusqu'aux cours les plus élevés. (Certificats de fin d'étude). Les cours sont groupés de façon à permettre aux élèves d'obtenir des certificats qui, bien que privés, ont la valeur consacrée par un examen passé sous l'autorité d'une école sérieuse. Ces titres sont par ordre d'importance : les diplômes d'initiation mathématique, de mathématiques préparatoires, de mathématiques appliquées, mathématiques théoriques, de calcul infinitésimal et appliqué, de mathématiques générales et géométrie analytique, de mathématiques supérieures et appliquées.

On trouve dans ces différentes sections les éléments de préparation scientifique à tous les examens et concours existants.

PROGRAMMES GRATUITS (Envoi du programme contre 3 fr. 50 en timbres)

MARINE MARCHANDE

En vertu de la loi du 4 avril 1942, seules, les Ecoles privées autorisées par le Secrétariat à la Marine, peuvent préparer à un certain nombre de brevets de Pont, Mécaniciens, T. S. F., sur place ou par correspondance. Envoi gratuit du programme de l'Ecole privée d'Enseignement Maritime de Nice, 21, boul. Frank-Pilatte, contre 3 fr. 50 en timbres pour frais d'envoi.



(L'Association des Anciens Elèves est reconstituée en zone libre).

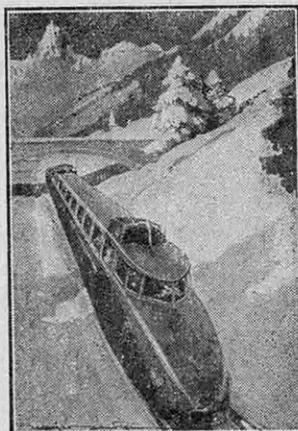
la Science et la Vie

Tome LXII — N° 304

SOMMAIRE

Décembre 1942

- ★ Une armée de plusieurs millions d'hommes peut-elle franchir la Manche de vive force? par le général Brossé, du cadre de réserve..... 255
- ★ L'avenir du moteur Diesel, par Marcel Gautier..... 264
- ★ La recherche et le contrôle des Ersatz alimentaires, par Jean Labadié..... 275
- ★ Cinq années de guerre sino-japonaise, par Pierre Belle-roche 283
- ★ La course à la largeur du cuirassé entravée par les écluses du canal de Panama? par Pierre Dublanc.. 289
- ★ La dégénérescence de la pomme de terre : le rajeunissement des plants, facteur principal du rendement des cultures, par Pierre Beck..... 291
- ★ Le séchage par rayonnement infrarouge, par Maurice Déribéré 299

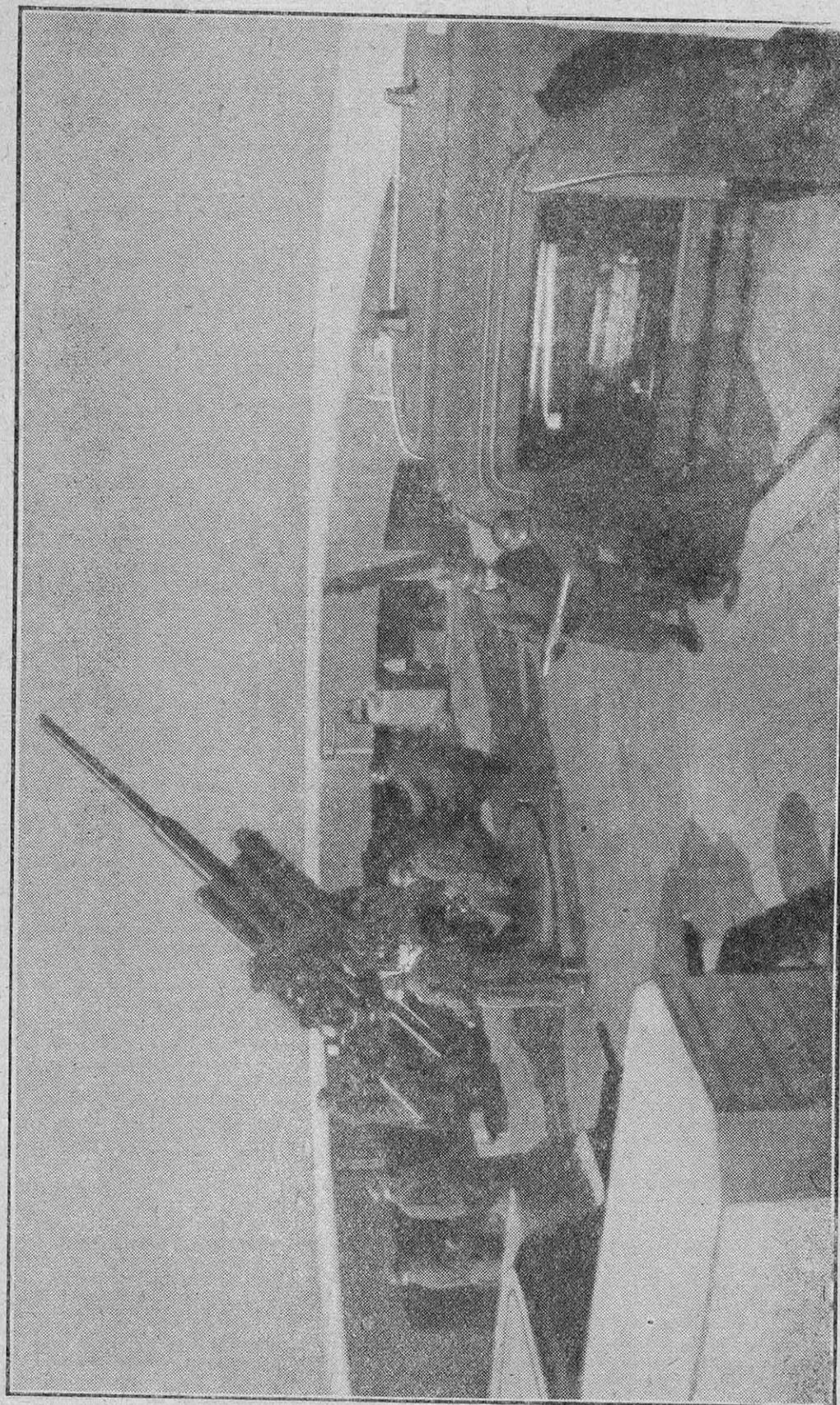


T W 22797

Les applications du moteur Diesel sont d'ores et déjà très nombreuses dans tous les domaines de la production de l'énergie appliquée à la propulsion sur mer, sur terre et dans les airs. Il jouira sans doute, la fin du conflit survenue, d'une faveur encore plus grande. N'est-il pas capable, en effet, d'utiliser les combustibles les plus divers, depuis le charbon pulvérisé jusqu'aux huiles végétales et au gaz de gazogène? Il saura donc s'adapter à toutes les politiques de carburants, d'importation ou autarciques susceptibles de prévaloir après les hostilités. La traction ferroviaire, en particulier, offre depuis longtemps un champ d'action étendu au moteur Diesel; l'avenir verra sans doute se précipiter l'évolution qui tend à remplacer les trains lourds par des automotrices rapides légères et économiques, telles que celle que représente la couverture du présent numéro. (Voir l'article page 264 de ce numéro.)

« La Science et la Vie », magazine mensuel des Sciences et de leurs applications à la vie moderne. Rédaction, Administration, actuellement, 3, rue d'Alsace-Lorraine, Toulouse. - Chèque postal : numéro 184.05 Toulouse. Téléphone : 230-27. Adresse télégraphique : SIENVIE Toulouse. Publicité : 68, rue de Rome, Marseille.

Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays. Copyright by « La Science et la Vie », Décembre mil neuf cent quarante-deux. Registre du Commerce : Toulouse 3235 B. Abonnements : France et Colonies, un an : quatre-vingts francs.



T W 22819

UNE PIÈCE DE LA D.C.A. ALLEMANDE SUR UN OUVRAGE FORTIFIÉ DES CÔTES DE LA MANCHE

Tout autour de la plate-forme bétonnée, on aperçoit des abris pour les munitions mises en réserve; à droite, le monte-charge qui amène les obus sur la plate-forme.

UNE ARMÉE DE PLUSIEURS MILLIONS D'HOMMES PEUT-ELLE FRANCHIR LA MANCHE DE VIVE FORCE ?

par le général BROSSÉ

du Cadre de réserve

Quels que soient l'ampleur et l'acharnement de la guerre sur le front de l'Est, il est peu probable qu'elle puisse à elle seule amener la décision dans le conflit mondial. On a même dit qu'elle ne constituait qu'un entr'acte dans la guerre anglo-allemande. Il faut donc s'attendre à assister un jour au passage de vive force de la Manche par des armées de plusieurs millions d'hommes. Les débarquements, contrairement à ce qui s'était produit durant la première guerre mondiale, se sont multipliés depuis 1939, presque toujours couronnés de succès. Cela tient à l'emploi de moyens techniques nouveaux (avions en piqué, parachutes, vedettes rapides, chalands porte-chars), spécialement adaptés à ce genre d'opérations. Ces débarquements doivent être considérés comme des répétitions de la bataille de la Manche, et permettent de prévoir dans une certaine mesure, et sous réserve de l'apparition de surprises techniques, comment se déroulera, entre deux adversaires qui la préparent depuis deux ans, cette formidable rencontre aéronavale et terrestre.

Un problème longtemps négligé : le débarquement de vive force

AUCUNE opération de guerre ne s'est modifiée aussi entièrement, depuis un quart de siècle, que celle du débarquement. Le changement a été si complet et l'extension des moyens mis en œuvre si sensible, que l'expression même a été dépassée par les faits. Le mot « débarquement » ne rend plus que très insuffisamment compte de ce que peut être l'invasion de tout un territoire, sur un large front et une grande profondeur, par des armées considérables, transportées par la voie de l'air comme par celle de la mer. Avant d'aborder l'étude de ce vaste problème, tel qu'il se présente aujourd'hui, il importe de bien voir les raisons d'une transformation si complète.

Jusqu'à ces dernières années, la maîtrise de la mer était considérée comme la condition préliminaire indispensable d'une entreprise de cette nature. Chacun se rappelle le camp de Boulogne, en 1805, et comment les projets de descente en Angleterre de Napoléon ont dû être abandonnés à la suite de la défaite de Trafalgar. Si, pendant la guerre 1914-1918, les Puissances Centrales n'ont jamais songé à envahir la Grande-Bretagne, c'est peut-être parce que leur infériorité navale manifeste leur interdisait d'en envisager le dessein.

D'autre part, il y a cinquante ans, les armées belligérantes n'occupant qu'un espace assez limité, un parti maître de la mer pouvait généralement réussir à faire arriver ses troupes à terre par surprise, sur une partie du littoral

adverse libre de défenseurs. C'est ainsi qu'en 1854 les alliés franco-anglais ont opéré en Crimée.

Dès lors, le débarquement de vive force était tout à fait exceptionnel et aucune nation n'avait songé à mettre au point un matériel techniquement adapté à un genre d'action si particulier et si rare. On peut croire aussi que le débarquement, qui exigeait la coopération des forces de terre et de mer, et se trouvait, par suite, dans une zone mixte, intermédiaire entre la Guerre et la Marine, n'intéressait ni l'une ni l'autre. Aucune autorité, aucun bureau, aucun ministère n'avait la responsabilité dans ce domaine proprement amphibie : aucun crédit ne lui était normalement affecté. D'ailleurs, les grandes guerres du XIX^e siècle furent essentiellement continentales, si bien que le problème du débarquement demeura dans l'ombre, sinon dans l'oubli.

Cependant, au cours du conflit de 1914-1918, il fallut s'apercevoir que les conditions avaient changé; les adversaires disposaient d'effectifs considérables qui leur permettaient d'assurer la défense d'un large périmètre de côtes et aussi de conserver d'importantes réserves pour bloquer les éléments ennemis parvenus sur le littoral. Le débarquement de vive force ne pouvait plus être évité. Le souvenir de l'expédition des Dardanelles est présent à toutes les mémoires : les divisions anglo-françaises, après s'être emparées, le 25 avril 1915, de l'extrémité de la presqu'île de Gallipoli, furent arrêtées, après une faible avance, par toute une armée turque et immobilisées devant des positions solidement tenues.

Perspectives ouvertes par les progrès de l'aviation

Depuis le début de la guerre actuelle, un facteur nouveau a modifié du tout au tout les possibilités réciproques de l'attaque et de la défense, dans le cas d'une offensive par mer : l'aviation a acquis une telle puissance, grâce à l'importance qu'elle a prise dans l'ensemble des armes et à l'efficacité de ses bombardements, que son action est devenue prépondérante dans tous les épisodes de la lutte aéronavalo-terrestre.

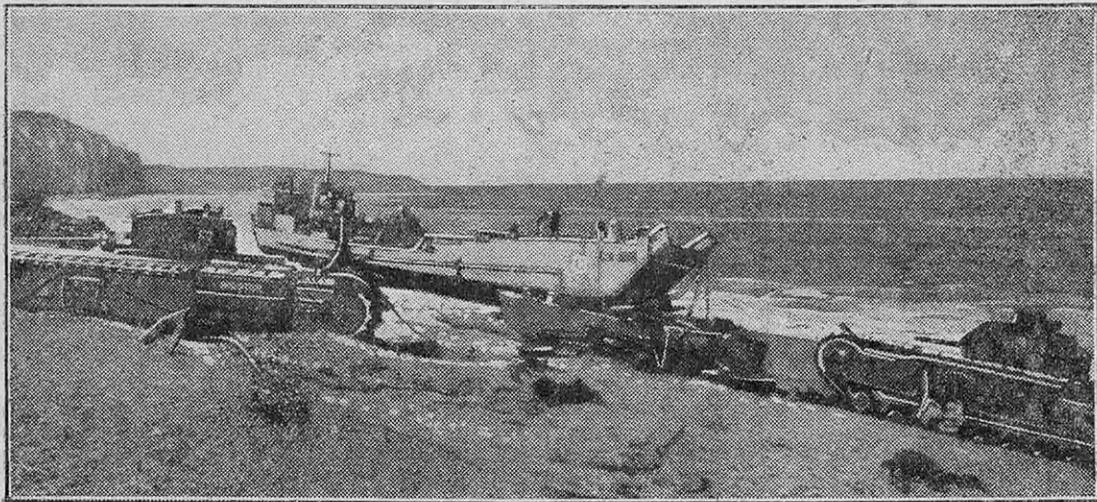
Tout d'abord, un défenseur possédant la supériorité aérienne peut, même s'il n'a pas assez de moyens terrestres pour barrer la route

trouvaient dans ces parages des pertes si sérieuses que la flotte britannique abandonna les eaux de la Crète. A ce moment, des forces de toutes armes, embarquées à l'avance sur des convois, purent être amenées sans dommage à la Canée et ce sont elles qui assurèrent la prise de l'île.

Ainsi, quand le chenal maritime qui sépare les belligérants n'est pas trop large, la maîtrise de la mer n'est plus indispensable à un agresseur qui possède la prédominance dans l'air.

Possibilités dues à l'apparition des vedettes rapides

En même temps que les progrès de l'avia-



T W 22917

FIG. 1. — ENGINES BLINDÉS ANGLAIS ET CHALAND PORTE-CHARS ABANDONNÉS SUR LA PLACE DE DIEPPE APRÈS LA TENTATIVE DE DÉBARQUEMENT DU 19 AOUT 1942

à l'envahisseur, s'opposer à sa progression, en frappant ses convois de cargos parvenus à proximité du rivage, en rendant ses plages de débarquement intenable et en interrompant la circulation sur les routes menant vers l'intérieur. La preuve en a été faite lors de la tentative effectuée par les alliés anglo-français sur la côte de Norvège, en avril 1940. La Royal Air Force, dont les terrains d'envol étaient en Angleterre, ne put jamais amener ses escadrilles de chasse en Norvège, si bien que la supériorité aérienne demeura acquise à ses adversaires : ce fut la raison principale qui incita le gouvernement de Londres à donner aux troupes opérant près de Trondhjem l'ordre de se rembarquer.

L'offensive de Crète montra que les bénéfices procurés par la supériorité aérienne conféraient en outre à l'assaillant des possibilités entièrement neuves. Deux faits saillants ressortent de cette conquête rapide d'une grande île, occupée par une garnison importante.

Tout d'abord, les Allemands, grâce à l'emploi intensif de parachutistes, puis d'unités amenées par avions de transport et par planeurs, purent prendre pied sur la côte, s'emparer de plusieurs aérodromes et d'un port, la Canée. En second lieu, leur aviation, qui partait de terrains situés en Grèce, prit nettement l'avantage sur celle des Anglais, dont les bases étaient en Egypte. Dès lors, les Stukas firent subir aux navires de guerre ennemis qui se

tion transformaient les conditions générales du problème de débarquement, des perfectionnements apportés à la technique des embarcations légères et à faible tirant d'eau ont très sensiblement amélioré les procédés mis à la disposition de l'assaillant pour amener ses éléments sur le rivage. Le mouillage des cargos à proximité de la côte excluait toute surprise et offrait des buts très faciles à atteindre par les torpilles des sous-marins et les projectiles de l'artillerie de côte. La lente arrivée vers une grève des canots et des chaloupes chargés du personnel et du matériel exposait les troupes, sans protection, aux tirs des défenseurs postés sur le rivage.

Depuis la guerre précédente, on admettait que ces méthodes archaïques n'avaient plus de valeur et que l'emploi de chalands à fond plat et à bords rabattables, portant de l'infanterie, des canons de campagne et des chars légers, s'imposait. Mais ces moyens de transport ne pouvaient trouver place à bord des navires : ils devaient être remorqués, à petite allure, pendant toute la traversée. Or ils présentaient le grave inconvénient de tenir très mal la mer. Un coup de vent subit pouvait faire sombrer en quelques heures une partie de l'expédition.

La mise en service de vedettes rapides, actionnées par des moteurs puissants et dotées de qualités marines bien meilleures, a permis d'envisager la construction d'embarcations spéciales, propres à raccourcir beaucoup la durée

du parcours sur mer et à faciliter la descente des troupes. C'est ainsi que les Japonais ont utilisé des « vedettes d'assaut » blindées et des chalands automoteurs portant des chars. Des informations récentes ont signalé l'existence de « barques d'invasion » allemandes, munies d'installations propres à faciliter le chargement des véhicules blindés. Les Anglais et les Américains emploient des chalands porte-chars automoteurs.

Ces petits bâtiments appropriés aux besoins d'un accostage sous le feu possèdent quatre qualités essentielles : ils sont rapides, protégés,

organisations perfectionnées et pourvues d'un armement moderne abondant. Chacun des deux adversaires dispose de ressources aériennes énormes et de très copieuses réserves. C'est la traversée d'un bras de mer de cinquante à six cents kilomètres, par des armées immenses, emmenant avec elles des engins innombrables, de toute espèce et de tout tonnage, puis l'invasion d'un vaste territoire par cette masse de combattants et de machines, qu'il s'agit de mener à bien, pour celui des deux partis qui prendra l'initiative d'une aussi formidable expédition.

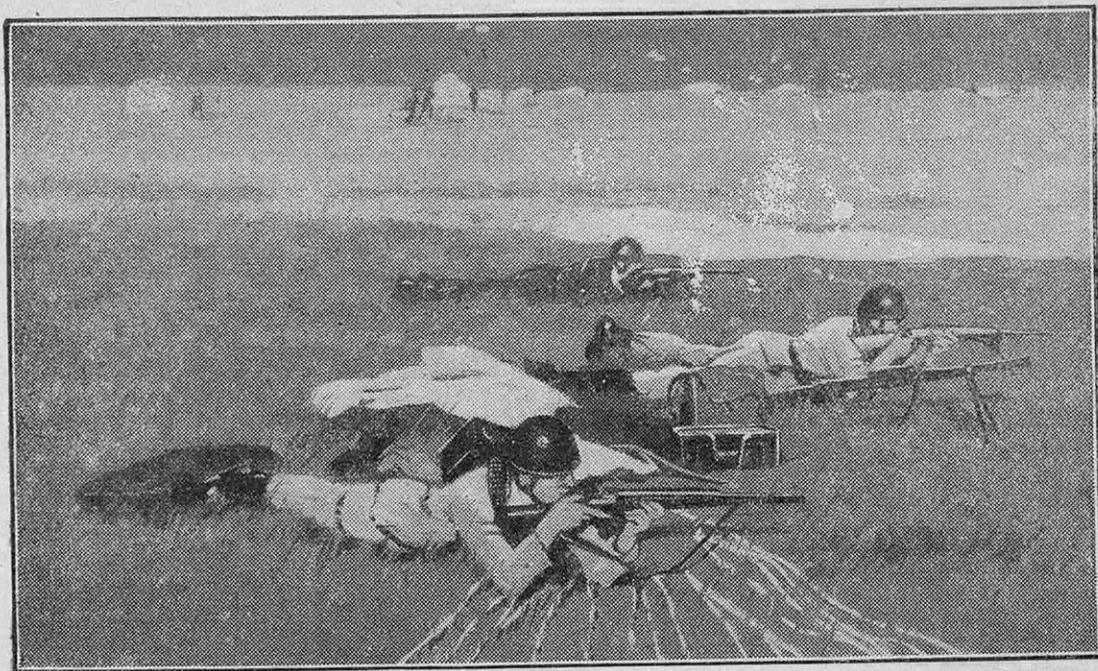


FIG. 2. — PARACHUTISTES ITALIENS EN POSITION DE COMBAT

T W 22818

armés et pourvus de dispositifs destinés à hâter la mise à terre du personnel et du matériel. La sécurité de cette opération délicate a été en outre grandement accrue par l'usage, devenu courant, des rideaux de fumigènes émis par des embarcations spéciales.

Grâce à la mise en œuvre d'engins de cette nature, les Japonais, maîtres de la mer comme du ciel, ont pu, à maintes reprises, jeter à terre des détachements appuyés par des chars. Ils ont généralement réalisé la surprise et, sur des côtes d'une étendue considérable par rapport au nombre des défenseurs, ils sont parvenus à pénétrer le plus souvent sur le territoire adverse sans rencontrer de résistance sérieuse.

LES CONDITIONS GENERALES D'UNE OFFENSIVE AU DELA D'UN BRAS DE MER

Le problème qui se pose aujourd'hui aux deux coalitions dont les armées se font face de part et d'autre de la Manche et de la mer du Nord est singulièrement plus ample que tous ceux qui se sont présentés dans le passé. Des deux côtés, les forces sont considérables. De part et d'autre, les côtes sont garnies d'or-

Le fractionnement des armées d'invasion en échelons aériens et navals

On ne conçoit pas qu'il soit possible de transporter des masses modernes, avec des milliers de chars, de nombreux parcs et ateliers, d'énormes quantités de canons lourds et de munitions, uniquement par la voie de l'air ou sur des embarcations rapides et des chalands automoteurs. La fabrication du matériel qu'exigerait une telle solution prendrait plusieurs années et les ressources en matières premières n'y suffiraient pas. Les gros des armées utiliseront nécessairement des cargos. L'opération globale comportera le déclenchement de puissants échelons successifs aériens et navals : parachutistes, troupes amenées sur des flottilles d'embarcations légères, éléments prenant place dans les avions de transport, grandes unités de toutes armes embarquées sur des navires de commerce.

L'examen des missions de ces grandes vagues d'envahisseurs permettra de se former une idée d'ensemble sur sur cette offensive d'une nature si particulière.

Les parachutistes ont joué, dans l'attaque allemande contre la Crète, un rôle de premier

plan. Cependant, il est probable que, dans le cas d'une tentative semblable, ayant pour théâtre l'Europe occidentale, cette catégorie de combattants serait utilisée sur une échelle beaucoup plus vaste encore. En effet, ses propriétés répondent spécialement aux besoins inhérents à une situation de cette nature, puisqu'elles lui permettent d'éviter la difficulté principale de l'entreprise, qui provient de la présence d'un bras de mer. C'est par véritables nuées que l'infanterie de l'air s'abattra sur le territoire à occuper. Elle ne se bornera pas à chasser les défenseurs du rivage, mais elle sera chargée de s'emparer de points d'appui situés à grande distance à l'intérieur des terres.

De même, les transports de troupes et de matériel par avions prendront un développement inconnu jusqu'à ce jour. Il est à croire que de multiples appareils de fort tonnage seront spécialement aménagés pour déposer des canons et des chars.

Les éléments mis à terre par les flottilles légères auront tout d'abord à prendre pied solidement sur le rivage. Mais leur rôle ne s'arrêtera pas là ; avec l'aide de renforts, qui viendront accroître leur capacité offensive, ils devront se porter en avant et associer leur effort avec celui des unités amenées par la voie de l'air. Toute cette agglomération de forces constituera en réalité l'avant-garde générale du corps expéditionnaire, ou, plus exactement, les avant-gardes des différentes armées. La mission essentielle de ces détachements sera de conquérir une large et profonde tête de pont, permettant aux gros de débarquer et de se déployer.

Quelques denses que soient ces formations jetées tout d'abord sur le littoral attaqué, quelque importants que soient les résultats qu'elles peuvent obtenir, grâce à la surprise, elles ne sauraient rester longtemps isolées, car, privées de l'appui des grands groupements blindés et du matériel lourd, elles seront en état d'infériorité vis-à-vis d'un adversaire qui aura fait affluer sur le secteur menacé des forces mécaniques de toutes armes. Un premier échelon du *gros des armées* devra donc être engagé aussitôt que la situation, dans l'air et sur mer, le permettra. Le corps expéditionnaire ne disposant d'aucun port susceptible de lui servir de base de débarquement, les unités devront être mises à terre sur des grèves abritées au mieux contre les flots. Le rôle essentiel des premières fractions des gros sera d'approfondir la zone de terrain occupée par les avant-gardes.

Mais des appontements rapidement établis, avec des matériaux préparés à l'avance, sur des plages en eau peu profonde et plus ou moins exposées aux effets de la mer, ne permettront pas de débarquer rapidement et sûrement la masse des forces cuirassées, non plus que la grosse artillerie et l'immense tonnage des munitions et des approvisionnements de toute nature. La méthode employée par les Japonais à Java, et consistant à utiliser une base flottante constituée par le convoi et son escorte navale et protégée par l'aviation de chasse, ne répond pas aux conditions d'une offensive dans l'ouest européen, car elle ne résout pas la question de mise à terre du matériel pesant. D'autre part, les nombreux cargos immobilisés deviendraient une proie facile pour les sous-marins ennemis ou les vagues de Stukas, survenant par surprise, à la suite de l'attaque d'un fort groupe de chasse.

La conquête d'un port est donc très sou-

haitable ; elle incombe aux premiers échelons du gros des armées d'invasion, opérant en liaison avec des formations de parachutistes et de bombardiers, protégés naturellement par la chasse.

Mais, pour satisfaire à ce desideratum, bien des obstacles seront à surmonter : le siège d'une place maritime sérieusement fortifiée est très long, comme on l'a vu par de nombreux exemples en Russie, et exige justement beaucoup de canons de fort calibre et de matériel lourd. En outre, le défenseur, avant de rendre la ville, détruira vraisemblablement tous les organes maritimes utilisables par l'ennemi. Cependant, la possession d'une rade en eau profonde, bien abritée contre la mer et située à proximité d'un important réseau de communications routières et ferroviaires constituera un avantage indiscutable.

L'aviation, clef de voûte du système offensif

Il est évident qu'un ensemble si complexe de mouvements de nature diverse sera d'une réalisation fort délicate. Cette difficulté résulte tout d'abord du simple fait que ces innombrables formations devront, pour faire la traversée, soit dans l'air, soit par mer, se diluer en fractions parfois très ténues, puis se regrouper, en partie sous le feu. L'ambiance dans laquelle elles auront à s'engager sera peu favorable, car, arrivant dispersées et privées de leur matériel le plus puissant, elles pourront être contre-attaquées par un adversaire ayant réuni d'importants moyens et disposant de ses ressources de toute espèce, divisions blindées, grosse artillerie, etc... En outre, la façon dont ces éléments variés devront accomplir la traversée et prendre pied sur le territoire à conquérir comportera, par la nature même des procédés utilisés, des risques certains.

Le parti assaillant toutefois bénéficie d'un très grand avantage : ayant l'entière initiative de l'action, il choisira le point d'application de ses forces et y consacra d'importants effectifs. Le défenseur, au contraire, ne sachant où l'offensive débouchera, sera forcé de se disperser sur un immense périmètre de côtes. De plus, pour contrecarrer rapidement l'effort des parachutistes et des troupes transportées en avions, il sera amené à disperser ses forces sur une grande profondeur.

Le seul facteur qui permette au parti offensif de surmonter des conditions si ardues est la supériorité aérienne. Dans toutes les phases de l'opération, l'absence des armes de destruction les plus efficaces ne peut être compensée que par un appui précis et dense de l'aviation de bombardement en piqué. Or celle-ci, pour tenir sa partie, doit disposer d'une entière liberté d'évolution : c'est la chasse qui devra la lui conférer.

Mais, comme on le sait, les appareils de cette dernière catégorie ont une durée de vol assez limitée et sont, par suite, assujettis à disposer de bases relativement peu éloignées. Ainsi, pendant toute la durée de sa progression, l'agresseur devra viser la conquête des aérodromes adverses, dans la possession seule permettra à ses chasseurs de déployer leur action avec le maximum de rendement.

Cependant, dans les premiers stades d'une offensive comme celle qui est envisagée ici, les deux camps rivaux disposant de terrains rapprochés et de véritables armées de l'air, la

maîtrise du ciel ne sera jamais que temporaire. Cette forme caractéristique de la bataille aérienne amènera le parti assaillant à procéder par grandes phases, en s'assurant, au début de chacune d'elles, pendant le temps nécessaire, une supériorité d'aviation incontestable, grâce à une puissante concentration de moyens de chasse et de bombardement.

Rôle de la flotte de guerre

Bien que les forces de mer aient aujourd'hui perdu la première place dans une opération de débarquement, leur rôle n'en est pas moins fort important. Si l'assaillant a la maîtrise navale, en même temps que la supériorité aérienne, ses escadres devront détruire ou au moins écarter la flotte opposée, garantir les échelons transportés par mer contre l'action des vedettes rapides et des sous-marins, et coopérer, à l'aide de leur artillerie, à la protection des éléments approchant du rivage ou mis à terre. Les bâtiments spéciaux, tels que les porte-avions et les navires contre-avions, rendront de très utiles services dans la lutte aérienne.

Si le parti offensif n'a pas la maîtrise de la mer, ses bâtiments de guerre attendront que l'aviation ait contraint les flottes ennemies à s'éloigner. Ils s'emploieront alors au mieux pour lutter contre les sous-marins et les vedettes rapides et pour faciliter l'accostage des échelons transportés par eau.

L'ORGANISATION DE LA DEFENSE D'UN LITTORAL

Pour pouvoir prendre une vue plus concrète sur la nature des opérations qui s'imposent à l'assaillant, dans le cas d'un débarquement de grand style, il est utile d'examiner d'abord sommairement la façon dont le défenseur aura organisé la défense de son littoral.

Il aura évidemment réparti son aviation sur des terrains nombreux, pour que l'entassement des appareils soit évité, et bien échelonnés en largeur comme en profondeur, de manière à faciliter la concentration de puissants groupements aériens dans un rayon étendu.

Ses sous-marins surveilleront le chenal que doit franchir l'envahisseur éventuel et ses escadres de surface stationneront dans des bases navales situées hors des atteintes des appareils de bombardement de type courant.

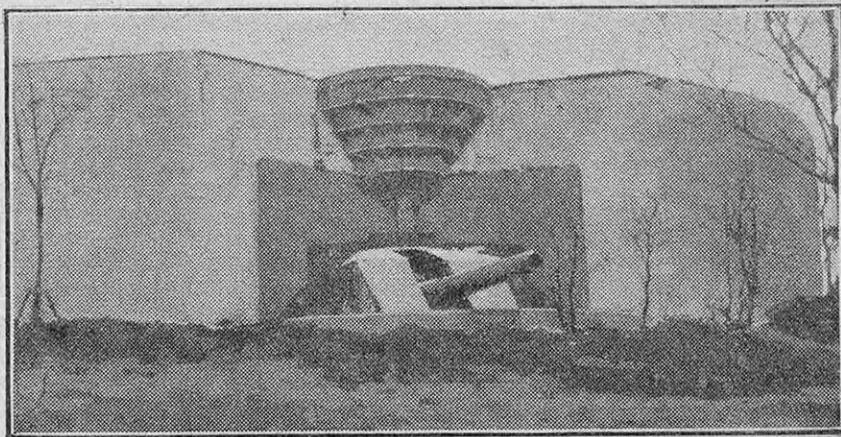
L'artillerie de côte formera un système bien coordonné, composé de pièces à grande et moyenne portée, de canons à tir rapide efficaces contre les vedettes d'assaut et les chaland à moteur.

La D. C. A., abondante, pourvue des matériels appropriés aux tirs à toutes les altitudes, y compris des canons automatiques aptes à atteindre les avions piqueurs, protégera les

aérodromes, les ouvrages principaux, les batteries de côte et les autres points sensibles.

Aux abords des terrains d'aviation et des espaces cultivés se prêtant à l'atterrissage des avions, ainsi que sur les zones entourant les ouvrages d'art importants, seront disposées des organisations destinées à arrêter les parachutistes. En outre, des groupes très mobiles, comprenant des unités portées en véhicules tous terrains, des chars légers et des canons motorisés, seront tenus en situation d'alerte, en des points bien choisis, en vue d'assaillir au plus tôt les fractions parvenues à terre.

Les parties du rivage favorables à l'accostage



T W 22816

FIG. 3. — CANON LOURD ALLEMAND SOUS CASEMATE DESTINÉ A LA DÉFENSE DE LA CÔTE BELGE

d'éléments d'un certain effectif seront gardées et les plages offrant des facilités pour le débarquement de moyens plus ou moins considérables seront défendues par des travaux de campagne, couverts sur les flancs et vers l'intérieur et contenant, entre autres armes, des antichars.

Des positions d'arrêt, renforcées par des obstacles passifs contre les chars, en particulier par des champs de mines, barreront les directions les plus dangereuses. Mais ces ouvrages, susceptibles d'être assaillis à la fois de face par les troupes débarquées et à revers par les groupements de parachutistes, formeront des ensembles complètement fermés, qui seront, en cas de besoin, ravitaillés par avions.

Des formations blindées et motorisées, placées en réserve, seront rassemblées près des points de croisement des principales artères routières. En outre, de grandes unités de toutes armes, cantonnées à proximité de certaines gares et bifurcations de voies ferrées, seront maintenues prêtes à être transportées en chemin de fer au premier signal.

Enfin, de solides fortifications, occupées par des garnisons permanentes, entoureront, face au large et à la terre, les ports principaux de façon à les rendre aptes à soutenir un siège prolongé.

Pour éviter les funestes conséquences de la surprise, le parti menacé fera surveiller d'une façon continue, par des escadrilles de reconnaissance, des groupes de navires légers et rapides, et par des sous-marins les préparatifs de l'assaillant.

LES PHASES PRINCIPALES DE L'OFFENSIVE

Les attaques de diversion

Une offensive de grande envergure par-dessus un bras de mer exigera la réunion dans les bases d'embarquement d'une telle quantité de bâtiments et d'embarcations de toute sorte et le stationnement dans les zones voisines d'effectifs si considérables que le secret de ces immenses préparatifs ne pourra vraisemblablement pas être gardé. Le défenseur saura qu'une entreprise contre son littoral est prochaine, mais il ignorera à quelle date elle se produira.

Cependant, l'agresseur a le plus grand intérêt à réaliser, dans tous les actes successifs de sa manœuvre, la surprise tactique et, lors du départ de son opération principale, la surprise stratégique.

Celle-ci sera recherchée par le moyen d'une ou plusieurs attaques préliminaires de diversion, effectuées sur des secteurs plus ou moins éloignés de celui de l'offensive définitive. Elles auront pour objet d'attirer dans des directions divergentes les réserves du défenseur et, par suite, de retarder le moment où ce dernier sera prêt à passer à la contre-offensive.

Le jeu des attaques de diversion sera tout indiqué dans une situation où le parti défensif est tenu de garder une immense étendue de côtes et où l'assaillant dispose d'instruments de lutte doués d'une grande vitesse et de rayons d'action étendus : aviation, flottilles d'embarcations légères et convois de cargos. Grâce à ces moyens, l'envahisseur aura toute faculté pour effectuer de puissantes concentrations de forces sur des zones éloignées et pour déplacer en peu de temps le centre de gravité de sa masse offensive.

Dans l'exécution, ces feintes de très grande ampleur ne différeront de l'attaque principale que par la moindre importance des effectifs mis en jeu et la plus faible durée des engagements.

La bataille aérienne

La suprématie aérienne étant pour l'assaillant, pendant toute la durée de la lutte, le facteur le plus indispensable du succès, l'opération commencera nécessairement par une bataille aérienne d'une extrême violence. Les procédés employés seront sans doute très voisins de ceux qui ont fait leurs preuves au début des offensives terrestres de la Wehrmacht contre la Pologne, la France et la Russie.

Le premier acte comportera une attaque aérienne massive, par surprise, au point du jour, des aérodromes de l'adversaire et une action simultanée de puissants groupements de chasse. L'expérience des grandes luttes d'aviation des deux dernières années montre qu'une telle tentative peut obtenir des effets sérieux, mais que cependant les forces de l'air opposées ne sauraient être complètement annihilées dès les premières heures. L'adversaire réagira très vigoureusement avec sa chasse et sa D. C. A. Il en résultera une bataille aérienne d'un extrême acharnement, comportant un enchaînement confus d'épisodes tumultueux et qui se prolongera pendant une durée impossible à prévoir. On peut tout au plus supposer qu'étant donnée l'importance des ressources aériennes

dont disposent les deux coalitions rivales cette immense mêlée d'escadrilles n'aboutira à une supériorité bien nette de l'un ou de l'autre parti qu'au bout de plusieurs jours. La qualité des appareils, la valeur des équipages et l'habileté tactique dans le maniement des groupements exerceront leur influence sur l'issue de ce gigantesque débat. La part de la D. C. A. dans l'action sera loin d'être négligeable. Elle sera contrebattue sans répit par les bombardiers piqueurs.

La bataille aéroterrestre

Les premiers éléments qui prendront pied sur le littoral à conquérir seront les parachutistes, dont l'emploi, comme on l'a dit, prendra un développement considérable. Un de leurs rôles principaux consistera, comme en Crète, à s'emparer de terrains d'atterrissage, sur lesquels des avions de transport déposeront peu après des effectifs plus ou moins importants — infanterie, antichars, canons de campagne et chars —, et que les formations de chasse utiliseront plus tard comme bases rapprochées.

Mais les autres missions dévolues à l'infanterie de l'air seront multiples. C'est ainsi qu'elle sera sans doute chargée d'assaillir par derrière les défenseurs du rivage menacés de face par les troupes surgissant des flottilles, de détruire les batteries de côte et de D. C. A., d'enlever par surprise les positions d'arrêt établies à l'intérieur, de se saisir des points d'appui principaux, de faire sauter certains ouvrages d'art, de couper les voies ferrées, de coopérer à la prise d'un ou plusieurs ports, etc...

En Crète, les Allemands ont utilisé des combattants amenés par planeurs. Mais il ne semble pas que ces engins aient donné complète satisfaction. Ils alourdissent forcément les avions qui les tirent et ceux-ci deviennent alors incapables de se défendre dans de bonnes conditions. En outre, pendant leur descente, ils forment des objectifs extrêmement vulnérables aux coups des chasseurs ennemis. Leur emploi paraît devoir être réservé au cas où l'aviation adverse est très nettement dominée.

Il est évident que la réalisation de la surprise sera pour l'infanterie de l'air un facteur de la plus grande valeur. Elle peut être recherchée par une descente simultanée, au point du jour, d'éléments très nombreux. Si la protection des aérodromes ou des ouvrages est médiocrement assurée, une poussée brusque et rapide permettra à des groupes entreprenants d'en chasser la garnison.

Cependant, est-il logique de tabler sur une lacune aussi grave dans l'organisation de la défense? Il semble que non. Il faudra compter sur la force plus que sur l'impréparation de l'adversaire. Même si la descente s'est accomplie sans encombre, grâce à l'emploi de parachutes à ouverture retardée, ces combattants, privés de matériel lourd, seront tenus, pour remplir avec succès leurs missions variées et ardues, de bénéficier de l'appui pleinement efficace de l'aviation de bombardement en piqué. Or celle-ci ne pourra évoluer librement que si l'aviation de chasse ennemie a été en grande partie éliminée, au moins pour un temps, du lieu où la lutte se déroule; et cela ne se produira que quand la bataille aérienne aura manifestement tourné en faveur de l'assaillant.

Il est donc probable que celui-ci lancera ses

essaims de parachutistes par vols successifs, quand il appréciera que le ciel est suffisamment libéré des chasseurs ennemis.

Parmi les nombreux objectifs que les appareils piqueurs auront à prendre sous leurs bombes, il en est qu'ils devront rechercher particulièrement et frapper avec la plus grande rigueur : ce sont les groupes motorisés que le défenseur aura répartis à proximité des points sensibles les plus exposés et qui s'efforceront de disperser au plus tôt les unités d'infanterie de l'air parvenues à terre.

La bataille aéronavale

Si l'agresseur a la maîtrise de la mer, il exploitera sans doute cet avantage en bloquant la flotte opposée ou en l'attaquant, au cas où celle-ci chercherait à s'opposer au passage des flottilles ou des convois portant les troupes à débarquer. Mais ses escadres auront elles-mêmes à se défendre contre l'action de l'aviation de bombardement adverse. Si, au contraire, l'assaillant n'a pas la supériorité navale, il cherchera sans doute à l'acquérir en utilisant contre les bâtiments ennemis une partie de ses ressources en

avions torpilleurs et bombardiers. La lutte aéronavale sera intense, mais elle sera largement conditionnée par les résultats obtenus dans la bataille où s'opposent les deux chasses rivales. Les navires spéciaux — porte-avions et contre-avions — pourront être appelés à jouer un rôle très utile dans cette phase de la manœuvre combinée.

La traversée des flottilles d'embarcations légères

La vitesse, le rayon d'action relativement grand et le faible tirant d'eau des vedettes d'assaut, barques d'invasion, chaloupes blindées et chalands à moteur utilisés pour le transport du premier échelon des forces permettront à celles-ci d'effectuer la traversée du chenal sans aucun transbordement. Embarquées sur les rades ou les criques du littoral servant de base à l'offensive, elles seront poussées jusque sur les grèves du rivage opposé. Les chars, installés dans des esquifs munis de dispositifs spéciaux — en général panneaux à rabattement —, descendront à terre par leurs propres moyens, aussitôt après l'accostage. La rapidité du trajet mettra les flottilles à l'abri des risques d'un

brusque changement de temps et rendra ardue une intervention du défenseur ayant pour objet de s'opposer à leur passage.

Cependant, des moyens nouveaux peuvent voir le jour. On a beaucoup parlé de barrages maritimes constitués par des nappes de mazout répandues sur l'eau par des avions et auxquelles d'autres appareils mettraient le feu à l'aide de grenades. Un tel procédé ne paraît pas théoriquement d'une réalisation impossible. L'expérience seule peut démontrer quelle est sa valeur pratique.

Par ailleurs, ces innombrables bâtiments très mobiles et de petites dimensions auront peu de chose à redouter des mines et constitueront

des objectifs difficiles à atteindre pour les batteries de côte comme pour les bombardiers piqueurs.

Il n'est pas douteux que la surprise, si elle est obtenue, facilitera grandement la mise à terre des éléments qu'ils transportent. La question se pose ici de la même façon que pour les parachutistes, et d'ailleurs les arrivées des deux premières vagues d'assaillants amenés les uns par la voie des airs, les autres par mer, gagneront souvent à être simultanées. La surprise absolue ne peut être escomptée avec



FIG. 4. — UN DÉTACHEMENT DE RECONNAISSANCE ÉQUIPÉ DE VOITURES LÉGÈRES S'EMBARQUE DANS UN AVION DE TRANSPORT AMÉRICAIN CURTISS « COMMANDO »

T W 22814

vraisemblance, par suite de la surveillance exercée par le défenseur sur le chenal à franchir.

Cependant, un accostage dans la demi-obscurité de l'aube ou dans la nuit artificielle créée par des nuages de fumigène, aura beaucoup de chances de réussir. Mais aussitôt parvenus sur le rivage, les assaillants devront recevoir un appui étroit et efficace de l'aviation de bombardement en piqué. Or celle-ci ne pourra évoluer en liberté que si la chasse possède, au moins pour un temps, la suprématie dans l'air. Ainsi, l'assaillant aura le plus souvent avantage à ne lancer ses flottilles qu'au moment où la balance, dans la lutte aérienne, aura nettement penché en faveur de ses escadres de chasse.

Une solution sera souvent recherchée. Elle consistera à exploiter la solidité des vedettes à coque d'acier, qui ne sont pas, comme des barques en bois, exposées à être écrasées par le ressac contre une rive à pente raide, pour opérer la mise à terre sur une côte plus ou moins rocheuse, sur laquelle, par conséquent, le défenseur ne s'attendra pas à voir paraître des assaillants.

Quel que soit le procédé adopté, les navires

spéciaux — porte-avions et contre-avions — seront toujours très utiles pour assurer la protection du débarquement de l'échelon avancé.

La traversée du gros du corps expéditionnaire

La traversée des groupements principaux du parti prenant l'offensive devra se faire, comme on l'a dit, par convois de cargos. L'arrivée d'un grand nombre de navires si vulnérables ne peut être envisagée que si l'agresseur a, au moins momentanément, la suprématie absolue sur mer et dans l'air. L'activité de son aviation de chasse devra assurer à ces armadas une sécurité aérienne plus ou moins complète. Sa flotte de guerre aura également à jouer dans cette phase un rôle très important ; le soin lui incombera d'écartier ou de détruire les sous-marins croisant dans le voisinage et de s'opposer à l'action des vedettes rapides effectuant des raids à toute vitesse.

La quantité de bâtiments qu'exige le transport de nombreuses divisions est si élevée que le passage de ces-

les-ci devra forcément avoir lieu en plusieurs fois, les mêmes convois, après débarquement, venant se charger de nouvelles unités.

Ces échelons, comprenant des effectifs considérables et ne disposant pas d'un port, devront être déposés sur des plages aussi abritées que possible contre la mer et sur lesquelles des appontements improvisés seront construits avec des matériaux préparés à l'avance et amenés sur place au plus tôt. La prise de possession de ces bases provisoires de débarquement constituera une des missions importantes des parachutistes et des éléments avancés transportés par les embarcations rapides.

Les troupes mises à terre dans ces conditions auront avec elles leur armement léger et moyen et seront accompagnées d'assez nombreux chars. Mais elles ne posséderont pas leur matériel lourd et l'appui des groupements principaux des forces blindées leur manquera. Or elles seront exposées à être attaquées par les grandes unités ennemies les plus rapprochées, particulièrement par des formations mécaniques placées en réserve près des carrefours routiers. Leur situation ne sera donc pas exempte de risques et il importera que l'aviation de bombardement exerce une action extrêmement efficace sur les colonnes mécaniques de la défense et parvienne soit à les disperser, soit au moins à les ralentir jusqu'à ce que les forces récemment débarquées aient pu

prendre toutes les dispositions voulues pour résister à leur pression.

La conquête d'une base de débarquement

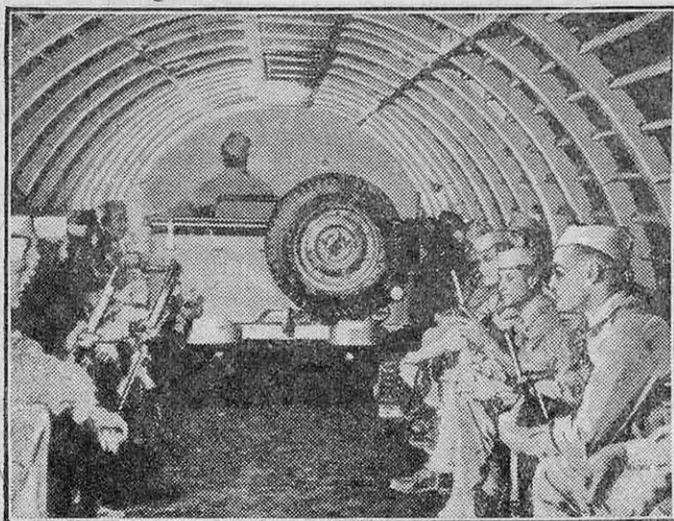
L'agresseur a le plus grand intérêt à réaliser d'urgence la mainmise sur un port, pour pouvoir mettre à terre rapidement le gros de ses groupements blindés et son matériel lourd. Mais, comme on l'a dit, ce sera là une opération rien moins qu'aisée. Dans tous les secteurs exposés aux attaques, la défense des villes maritimes sera certainement très forte et il y a peu de chances pour qu'une attaque directe, menée avec les procédés utilisés jusqu'à ce jour — appui par l'artillerie des bâtiments de guerre, action des unités navales légères, débarquements effectués à proximité de la place — parvienne à faire tomber en peu de jours un tel objectif. La solution sera facilitée par la mise en œuvre de puissants vols de parachutistes soutenus par des formations importantes de bombardiers piqueurs, protégées elles-mêmes par les es-

cadres de chasse. Mais si le port est pourvu de fortifications établies avec les moyens de la technique moderne, une entreprise brusquée aura bien de la peine à réussir.

Un siège méthodique sera forcément long et exigera de nombreuses batteries de fort calibre, et justement ce matériel ne peut être débarqué. D'autre part, ce ne sera pas assez d'entourer la base navale de près avant de l'attaquer, car l'adversaire, disposant des aérodromes les plus proches, aurait toute latitude pour obtenir, au moins d'une façon intermittente, la supériorité dans l'air, ce qui rendrait le succès très problématique. Il sera nécessaire que l'investissement soit la conséquence d'une manœuvre se développant sur un rayon étendu et englobant des terrains d'atterrissage.

Enfin, une fois maître de la place, l'assaillant doit s'attendre à trouver détruits et mis hors de service tous les organes du port. Il aura donc dû prévoir l'établissement rapide d'estacades et de solides appontements et la prompt mise en œuvre de pontons et d'engins de levage amenés de son propre territoire.

Il est à croire que toutes ces opérations seront longues. Pendant ce délai, l'agresseur devra marquer un temps d'arrêt, de façon à couvrir à bonne distance le siège du port. Au cours de cette phase, le rôle de l'aviation ne perdra rien de son importance. Les formations de bombardiers piqueurs devront, en particulier, procéder sans se lasser à la destruction des



T W 22815

FIG. 5. — SOLDATS AMÉRICAINS ET VOITURE DE RECONNAISSANCE TRANSPORTÉS DANS UN AVION CURTISS « COMMANDO »

organes principaux des voies ferrées, pour empêcher l'adversaire de faire converger ses réserves transportées en chemin de fer vers le secteur menacé.

Conclusion

Jusqu'en 1915, on estimait qu'un débarquement consistait simplement à mettre à terre quelques dizaines de milliers d'hommes. La descente réussie, le corps expéditionnaire n'avait plus qu'à manœuvrer d'après les procédés propres aux forces de toutes armes. Le manque de matériel technique adapté à ce genre d'opérations s'opposait à une action de vive force contre un littoral bien garni de défenseurs. Toute chance de succès était exclue, si le parti offensif n'avait pas la maîtrise de la mer et ne parvenait pas à aborder le territoire à occuper sur un rivage non tenu ou du moins faiblement occupé.

Aujourd'hui, les conditions sont tout autres. L'agresseur a les moyens de lancer par-dessus un bras de mer des nuées de parachutistes, capables de prendre pied en quelques heures loin à l'intérieur du territoire à envahir, et des troupes portées par des avions de fort tonnage. Il dispose d'embarcations à moteur rapides, armées, blindées et à faible tirant d'eau, qui lui permettent de jeter en peu de temps sur n'importe quel point de la côte ennemie, grève ou secteur plus ou moins rocheux, des forces nombreuses, accompagnées de chars et de canons de campagne. S'il possède une nette supériorité dans l'air, ses formations de bombardiers piqueurs peuvent, dans une large mesure, tenir la place de l'artillerie et appuyer très efficacement la progression des éléments arrivés par la voie de l'air ou sur les chaloupes et chalands à moteur. Quand une plage suffisamment protégée contre la mer sera conquise,

les convois portant les gros pourront commencer à appareiller à leur tour.

Ainsi, l'opération du débarquement de vive force au delà d'un chenal marin est devenue possible, mais c'est actuellement une bataille de grande envergure et de longue durée, qui exigera une préparation minutieuse.

Des deux côtés, la lutte nécessitera des effectifs considérables, un matériel immense et varié et de terribles efforts. Avant tout, l'issue des multiples rencontres entre les aviations de chasse opposées autorisera ou interdira l'entreprise. Les résultats favorables des engagements aéronavals donneront seuls à l'assaillant la faculté de faire partir ses convois de cargos, mais il devra les défendre contre l'action des sous-marins, des vedettes rapides et des bombardiers piqueurs adverses.

Le parti défensif, forcé tout d'abord de s'établir sur un vaste périmètre de côtes et de disperser ses forces pour garder ses aérodromes et ses points sensibles sur une zone très étendue, répartira, près des carrefours routiers ou ferroviaires, de puissantes réserves mécaniques et de toutes armes et cherchera à contre-attaquer les groupements ennemis parvenus sur le littoral avant qu'ils n'aient eu le temps de s'agréger en unités cohérentes et solides.

La valeur du matériel, la qualité et le dressage des troupes, l'entraînement des états-majors et l'habileté du commandement joueront un rôle prépondérant. Mais, bien loin que l'expédition soit achevée sitôt après que les premiers échelons seront installés solidement sur le rivage, la bataille se poursuivra de plus en plus intense, jusqu'à ce que l'envahisseur se soit emparé d'une vaste région, englobant un ou plusieurs ports, ou au contraire ait été rejeté à la mer.

Général BROSSÉ,
du cadre de réserve.

Sous l'influence de la guerre et du blocus, les pays européens font de grands efforts pour se libérer de leurs importations d'outre-mer en développant leurs industries de synthèse des matières premières. Nous ne parlerons pas de l'Allemagne qui, bien avant la guerre, s'était équipée pour fonctionner en régime autarcique, et qui possède de longue date une industrie lui fournissant des carburants, du caoutchouc et des textiles de synthèse, et qui a la première mis au point de façon industrielle une méthode d'hydrolyse du bois. Les deux pays dont l'effort est le plus remarquable dans cet ordre d'idées sont l'Italie, qui depuis les sanctions a cherché à développer son industrie chimique, et l'Espagne. Entre 1937 et 1939, l'Italie avait augmenté, dans des proportions allant de 15 à 60 %, ses productions d'acide azotique, d'acide sulfurique, d'ammoniaque synthétique, de soude et de dérivés de la cellulose. D'après les statistiques les plus récentes, l'industrie chimique italienne occupe 108 000 ouvriers. Les usines créées pour les besoins de l'industrie de guerre produisent de l'azote combiné, de l'essence, du caoutchouc et des résines synthétiques, des tannins, des engrais, des dérivés du bois. L'Espagne, qui, en 1935, importait 600 000 tonnes de nitrates par an, pourra bientôt couvrir ses besoins en engrais azotés grâce à ses fabriques nationales. Une usine en construction à El Pinar lui fournira 200 000 tonnes de superphosphates. L'Espagne aura également ses fabriques de textiles artificiels; elle traitera elle-même les 1 000 tonnes de térébenthine et les 35 000 tonnes de colophane qu'elle exportait autrefois. Elle compte pouvoir fabriquer du celluloid, du camphre, de l'essence et du caoutchouc synthétique.

L'AVENIR DU MOTEUR DIESEL

par Marcel GAUTIER

Le moteur Diesel était, au moment où la guerre a éclaté, en train de conquérir une place de premier plan parmi les générateurs d'énergie mécanique, et se révélait capable de concurrencer à la fois la machine à vapeur et le moteur à explosions dans la plupart de leurs utilisations (centrales thermiques, traction sur voie ferrée, propulsion des automobiles, des navires et même des avions). Cette faveur croissante est due à un ensemble de qualités précieuses : un rendement supérieur à celui de toutes les autres machines thermiques et qui décroît peu dans le fonctionnement à puissance réduite, grande compacité, facilité de conduite, etc. Les difficultés techniques de sa construction, résultant des températures et des pressions très élevées développées dans les cylindres sont entièrement résolues, et on dispose à l'heure actuelle d'une gamme de Diesel allant de quelques chevaux à plusieurs dizaines de milliers de chevaux. Ce type de moteur n'a d'ailleurs pas épuisé toutes ses possibilités, et sans parler des raisons économiques qui, après la guerre, en faciliteront sans doute la diffusion (nécessité d'employer comme carburants les huiles végétales), les progrès qui seront faits dans la métallurgie des alliages légers lui permettront sans doute de s'imposer pour la propulsion de l'avion et du navire de guerre, pour lesquels son emploi est encore discuté.

TARD venu parmi les appareils susceptibles d'engendrer de la force motrice, puisque le début de sa mise en application remonte à 1903, après une mise au point d'ailleurs assez laborieuse, le moteur Diesel occupe désormais, parmi ceux-ci, une place de tout premier ordre; il n'est plus de domaine qui échappe à ses heureuses applications, et dans chacun de ces domaines, son essor est vraiment prodigieux.

La faveur croissante dont il est l'objet s'explique tout naturellement par les avantages remarquables qu'il présente par rapport aux autres types d'appareils moteurs.

Tout d'abord, l'implantation du moteur Diesel nécessite des installations, principales et accessoires, beaucoup moins encombrantes et, par suite, beaucoup moins onéreuses que celles qu'exigent les appareils moteurs à vapeur.

L'appareil moteur à vapeur constitue, en effet, un ensemble complexe qui comprend : des chaudières et leurs auxiliaires (pompes, compresseurs d'air, ventilateurs) et leurs accessoires (réchauffeurs d'air, d'eau et de vapeur), des machines alternatives ou des turbines et leurs auxiliaires (pompes de graissage), une importante et volumineuse station de condensation et ses auxiliaires (condenseurs, pompes d'extraction d'air et d'eau condensée, pompes de circulation), un parc à combustible de grande surface et d'importantes installations de manutention dans le cas où on utilise le charbon (ponts roulants, grues, etc...).

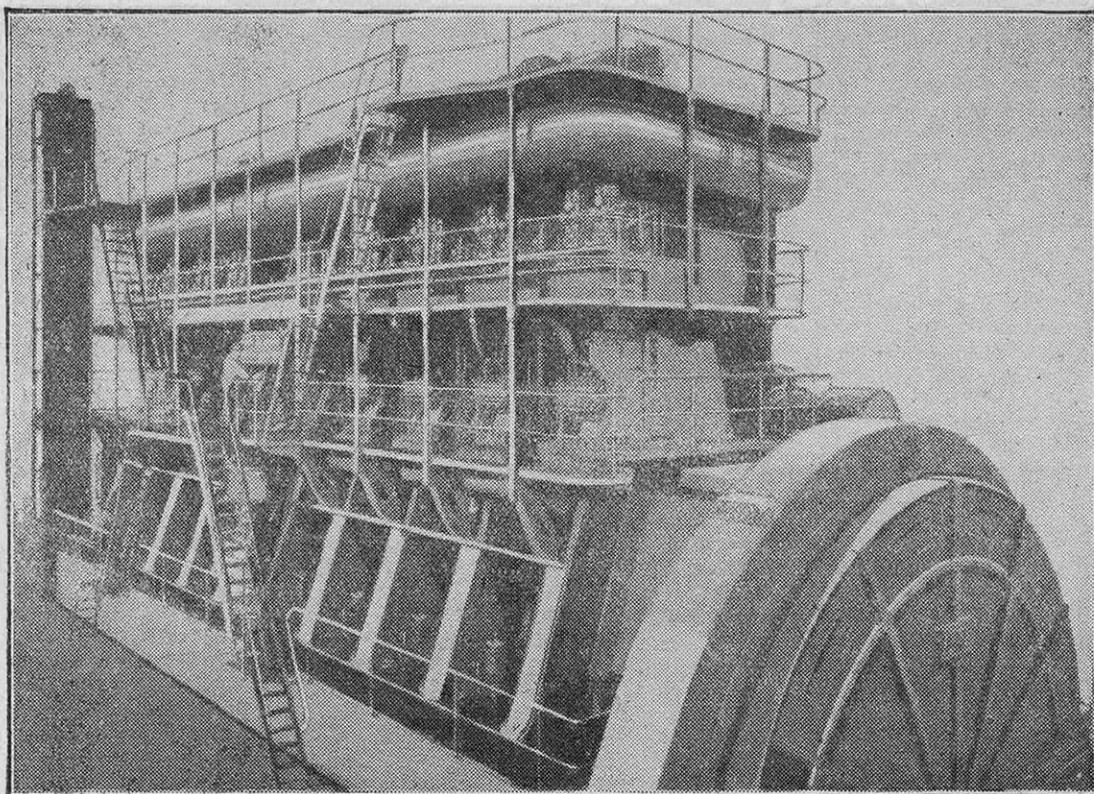
Le moteur Diesel, au contraire, constitue un ensemble simple, car il se suffit, en général, à lui-même, actionnant directement ses propres auxiliaires à l'exception des pompes de balayage, lorsque le moteur, du type à deux temps, a une puissance élevée. Il consomme peu ou pas d'eau, et le parc à combustible se réduit à quelques réservoirs en tôle.

Il constitue, d'autre part, un appareil moteur

d'exploitation fort économique, en raison de son rendement global effectif élevé qui peut atteindre 40 %, tandis que ce même rendement ne dépasse pas sensiblement 20 % dans les installations à vapeur munies des perfectionnements les plus récents. Traduisons ceci en chiffres : les moteurs Diesel modernes consomment, à pleine charge, entre 155 et 165 grammes de fuel-oil par cheval-heure effectif; les moteurs à explosions les plus perfectionnés, près de 200 grammes d'essence, et les turbines à vapeur les plus perfectionnées, près de 340 grammes de mazout. L'économie d'exploitation se révèle encore plus importante lorsque l'appareil moteur est appelé à fournir, en service courant, une puissance variable; car, de tous les appareils moteurs, c'est, sans contredit, le moteur Diesel qui présente la consommation spécifique effective la moins variable avec la puissance. Entre la pleine charge et la demi-charge, l'écart maximum ne dépasse par 5 % pour le Diesel, tandis qu'il peut atteindre 30 % avec les turbines à vapeur.

Ajoutons que c'est le seul type de moteur qui puisse fonctionner sans inconvénient, pendant environ deux heures, à une puissance supérieure de 15 % environ à sa puissance normale, et que c'est également le seul type de moteur qui, suralimenté, puisse fournir, en service continu, dans des conditions de fatigue mécanique et thermique équivalentes, un supplément de puissance de l'ordre de 50 %, en ce qui concerne le moteur à quatre temps, et de 30 % en ce qui concerne le moteur à deux temps.

Enfin, en raison de sa simplicité même, la conduite de ce type de moteur, quelle qu'en soit la puissance, ne nécessite, comparativement aux appareils moteurs à vapeur, en particulier, qu'un personnel incomparablement moins nombreux, puisque, même pour la mise en route et la surveillance d'une grosse unité, un seul mécanicien qualifié est suffisant.



T W 16457

FIG. 1. — L'UN DES MOTEURS DIESEL DE 24 000 CH DE LA CENTRALE DE COPENHAGUE (BURMEISTER ET WAIN'S)

Par contre, le moteur Diesel demeure actuellement encore un moteur relativement lourd. Alors que la turbine à vapeur de propulsion des navires de guerre a un poids par cheval effectif qui peut descendre au-dessous de 15 et même jusqu'à 12 kg/ch, le poids des moteurs Diesel les plus poussés ne descend pas sensiblement au-dessous de 18 kg/ch. De même, alors que le poids des moteurs à essence d'aviation utilisant de l'essence à un nombre d'octane élevé descend jusqu'à 0,5 kg/ch, le poids des moteurs Diesel d'aviation les plus poussés ne descend pas encore sensiblement au-dessous de 1 kg/ch.

Ajoutons que le moteur Diesel est une machine alternative dont le couple moteur n'est pas régulier et qui demeure soumise à des vibrations provoquant des oscillations de torsion de la ligne d'arbre. Ce n'est, d'ailleurs, pas un inconvénient absolument majeur aujourd'hui, en raison des progrès réalisés en ce qui concerne la lutte contre ces vibrations et ces oscillations de torsion qu'on parvient à réduire aisément à une intensité tout à fait acceptable — moyennant une disposition adéquate du moteur et l'emploi d'accouplements appropriés.

Dans l'esprit de son inventeur, le moteur Diesel n'était pas destiné à concurrencer le moteur à explosions. Il devait se cantonner dans les très grosses cylindrées, les régimes lents et les installations fixes. Son domaine de prédilection aurait donc été le même que celui de la machine à vapeur. Nous verrons que, s'il a parfaitement justifié cet espoir, le moteur Diesel l'a même notablement dépassé, puisqu'il trouve même sa place à bord des avions.

Le moteur Diesel et les centrales thermiques

Nous nous attacherons plus particulièrement au cas des centrales électriques, parmi lesquelles on peut distinguer trois catégories : les centrales principales, d'appoint et les centrales de secours.

Il est de fait qu'actuellement, sans raisons absolument fondées, d'ailleurs, on préfère équiper à la vapeur les grosses centrales d'électricité, malgré l'importance relativement plus grande des dépenses d'installation et surtout d'exploitation qu'entraînent les appareils à vapeur : dépenses de combustible et de main-d'œuvre utilisée aux manutentions (charbons et déchets des foyers), à la conduite des machines, aux réparations et à l'entretien (retubage des chaudières). Il existe, cependant, quelques exceptions typiques, qui tendront peut-être à devenir la règle, lorsque les installations à vapeur actuellement en service arriveront à leur terme. Citons parmi elles plus particulièrement la belle centrale de Copenhague, équipée de deux groupes électrogènes à moteurs Burmeister et Wain de 24 000 ch, destinée à remplacer l'ancienne centrale à vapeur (fig. 1).

Nombreuses sont, au contraire, les centrales à moteurs Diesel, servant d'appoint et de secours. Prévoir une centrale à vapeur pour fournir l'énergie maximum qui peut être demandée, conduirait à des dépenses trop importantes d'implantation et de premier établissement; en outre, les dépenses de combustible seraient anormalement élevées pour la fourniture d'énergie hors pointe, c'est-à-dire pendant la partie de

beaucoup la plus importante de la durée totale de fonctionnement. On sait, en effet, que la consommation par cheval d'une turbine croît notablement lorsque la puissance à fournir diminue. On peut, il est vrai, réduire cet inconvénient en répartissant la puissance totale à fournir entre diverses unités de puissances appropriées, mais c'est alors au détriment des dépenses d'implantation et de première installation, et les dépenses d'exploitation restent encore beaucoup plus élevées que celles qu'entraînerait le moteur Diesel. En outre, c'est mettre tous les œufs dans le même panier en ce qui concerne le risque contre les incendies et les bombardements aériens. L'emploi d'un groupe électrogène à moteur Diesel est, au contraire, parfaitement indiqué; car il peut être monté au centre de gravité des charges et même être aisément installé en souterrain, à l'abri des bombardements aériens; le groupe peut être calculé de manière à répondre exactement aux conditions requises, et même un peu moins largement, compte tenu de sa capacité de surcharge de 15% pendant deux heures; on peut lui adapter la suralimentation, ce qui permet d'obtenir de 30 à 50% de puissance en plus sous un encombrement sensiblement le même, dans des conditions particulièrement économiques; enfin, il peut être mis en route instantanément et même automatiquement.

Aussi, nombreuses sont les stations d'appoint et de secours à moteurs Diesel dans tous les pays du monde.

Parmi les centrales principales ou d'appoint, citons : celles de Copenhague (moteurs Burmeister et Wain); d'Odensee et de Randou, au Danemark (moteurs Burmeister et Wain); de la concession française de Shangai (moteur Sulzer); de Brokenhill, en Australie; de Vernon et de Voltorno, en Californie (moteurs M.A.N.); de Clairivivre et de Grenoble (moteur Sulzer); d'Ankara; en Turquie (moteurs M.A.N.); de Miami, de Ponca-City, de Greenville, de Carthage et de Ressenland, aux Etats-Unis.

Parmi les centrales de pointe, citons : celles de Berlin-Henningsdorf et de Hambourg-Neuhof, en Allemagne (moteurs M.A.N.); d'Appenzell, en Suisse (moteurs Sulzer), de Calais et de Grenoble (moteurs Sulzer).

Au contraire de ce qui se passe pour les centrales thermiques, les stations assurant d'autres services que la fourniture de la force motrice, telles que les stations de pompage, de compression, de ventilation, font, dans tous les pays, un large usage du moteur Diesel.

Les Diesel agricoles

L'agriculture, en dehors de la période de crise très particulière que nous subissons actuel-

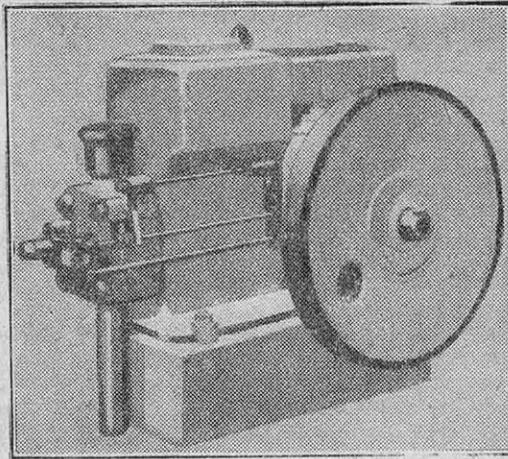
lement, offre un vaste champ d'application au moteur Diesel.

Depuis l'exode des paysans vers les villes, et surtout vers les villes industrielles, l'effectif des ouvriers agricoles est devenu moins nombreux et, corrélativement, la main-d'œuvre agricole est devenue chère. D'un autre côté, les bêtes de trait conduisent à une immobilisation (animaux, locaux) considérable par rapport à la puissance qu'elles sont susceptibles de fournir. Les dépenses relatives à leur nourriture continuent à courir quand l'animal ne travaille pas et, pour récolter cette nourriture, il faut immobiliser une surface de terrain qui pourrait produire la nourriture nécessaire à un nombre d'ouvriers deux fois plus grand que celui des bêtes; enfin, les soins à leur donner immobilisent du personnel, même pendant les périodes où elles ne sont pas utilisées. On conçoit alors le gros avantage que présente, pour une exploitation agricole, le petit moteur Diesel qui ne consomme que de 180 à 200 g de fuel-oil par cheval-heure et peut aujourd'hui satisfaire à tous les travaux de l'exploitation sans distinction.

Aussi de nombreux petits moteurs fixes ou semi-fixes sont-ils utilisés sur la ferme même ou sur des dépendances. Citons, à titre d'exemple, les moteurs susceptibles d'actionner les appareils suivants, et indiquons, en regard, la puissance correspondante :

Presse à paille.....	1/2 ch
Secoueurs de paille.....	1 ch
Broyeurs à produits d'élevage.....	3/5, 4/5 ch
Tarares.....	1 ch
Baratteuses.....	2/3 ch
Batteuses (non compris les auxiliaires).....	8 ch
Descendeurs de paille.....	1 ch
Hache-paille.....	2/3 ch
Coupe-racines.....	1/2 ch
Aplatisseurs.....	1/2 ch
Ecrémeuses.....	1/2 ch
Motopompes diverses et groupes électrogènes : puissances diverses.	

De nombreux autres petits moteurs, montés sur les machines agricoles, permettent, d'autre part, de procéder, dans des conditions économiques, à la culture des plantes d'assolement et, en particulier, aux travaux de semage et de houage. Ces petits moteurs peuvent être simplement montés sur le bâti même de la machine agricole ou bien sur un avant-train indépendant à voie réglable pour l'exécution des travaux de semage et de sillonnage; ce dernier dispositif, très simple, constitue ce qu'en terme de culture on appelle un « cheval mécanique ». Dans ce cas, la traction seule reste assurée par des bêtes de trait, et on peut ainsi économiser une bête sur trois.



T W 16455

FIG. 2. — PETIT MOTEUR DIESEL HORIZONTAL A QUATRE TEMPS, DE 4 CHEVAUX.

Ce moteur développe 4 ch à 1 200 tours/mn et 5 ch à 1 500 tours/mn. Il est muni d'un réservoir à combustible et constitue une petite installation complète de force motrice. Son lancement s'effectue à la main. (Humboldt-Deutzmotorenwerke A. G.)

Cependant, on tend de plus en plus vers l'adoption d'un dispositif unique permettant à la fois d'exécuter tous les travaux sur la ferme ou ses dépendances, tous les travaux des champs et tous les transports à travers champs et sur route des productions de la ferme, soit en vue de leur stockage ou de leur transformation à la ferme, soit en vue de leur livraison à la clientèle.

La difficulté de cette solution unique résidait dans la réalisation d'un ensemble assez souple pour permettre d'exécuter à la fois tous les travaux de la ferme, tous les travaux de culture

et tous les transports sur route, sans détériorer le sol cultivable et les routes. On y est parvenu au moyen de tracteurs à moteur munis de bandages spéciaux très larges n'exerçant qu'une faible pression unitaire sur le sol. Le moteur est muni d'une boîte de changements de vitesses et d'une poulie permettant d'actionner par courroies n'importe quelle machine de la ferme. Un croc placé à l'arrière permet également la traction de remorques munies du même

type de bandages. Le tracteur est souvent muni à l'arrière d'un treuil pour le tirage des machines agricoles (charrues, etc...). Un dispositif automatique d'embrayage, souvent centrifuge, permet d'éviter la surcharge du moteur lorsque le tracteur rencontre, dans son parcours, une résistance trop élevée.

Le gros avantage du tracteur ainsi conçu, c'est son grand nombre d'heures d'utilisation qui peut atteindre et même dépasser 2 500 par an, même pour des fermes de moyenne importance, ce qui conduit à un amortissement rapide des dépenses d'achat.

D'une façon générale, tous ces petits moteurs sont des moteurs standard munis simplement de filtres à air, en raison de l'atmosphère poussiéreuse où ils sont appelés à travailler, et de dispositifs pare-étincelles pour supprimer les risques d'incendie.

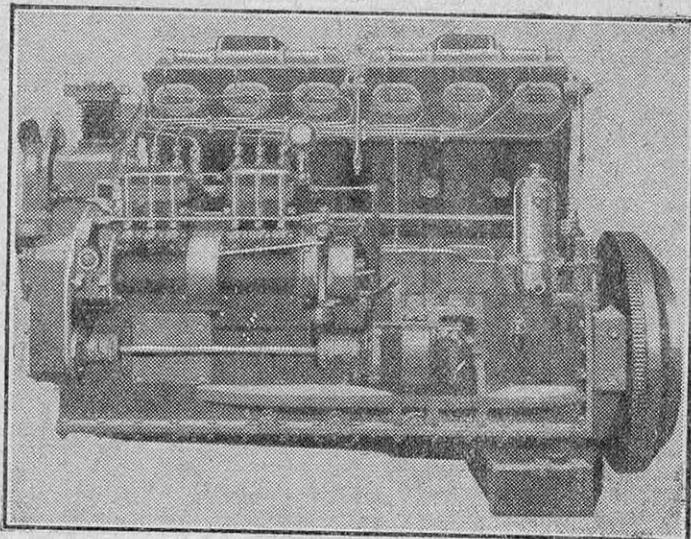
Le Diesel et la traction sur route

Il y a une quinzaine d'années, le petit moteur Diesel à grande vitesse n'était pas encore tout à fait au point. Il était coûteux, donnait lieu à des incidents parfois fréquents de fonctionnement. Une connaissance incomplète des phénomènes de combustion, dont le cylindre est le siège, ne permettait pas de compenser ces inconvénients par une économie substantielle de combustible.

Il n'en est plus de même aujourd'hui; l'étude des phénomènes de combustion a permis d'ob-

tenir une très bonne combustion, soit par injection directe, soit par injection préalable dans une cavité chaude de la chambre de combustion; le moteur a bénéficié de l'expérience acquise en matière de métaux résistant aux hautes températures et aux pressions élevées; c'est ainsi qu'on a pu augmenter notablement la durée des chemises par l'emploi de fontes austénitiques nitrurées ou chromées, qu'on est parvenu à utiliser des pistons en alliages légers permettant de réduire les forces d'inertie, que la tenue des garnitures a été améliorée par l'emploi de métaux appropriés tels que certains

métaux antifriction et surtout des bronzes au plomb, qui supportent des charges plus élevées et qui adhèrent mieux aux coussinets en acier, enfin qu'on a amélioré le graissage en augmentant la pression et le débit. Les résultats ont été particulièrement heureux. Les frais d'entretien et de réparation de ces petits moteurs sont devenus de même ordre et parfois moindres que ceux des moteurs à essence correspondants, surtout lorsque l'on procède périodiquement à



T W 16451

FIG. 3. — UN MOTEUR A HUILE LOURDE POUR CAMIONS (BERNARD, LICENCE GARDNER)

des travaux préventifs d'entretien comportant une vérification des organes, le remplacement de l'huile usagée, et que l'on utilise des gasoil et des huiles de graissage répondant à des spécifications correctes. Une standardisation a, d'autre part, permis de réduire notablement l'écart de prix entre le moteur Diesel et le moteur à essence de même puissance, et l'expérience acquise a permis d'accroître la robustesse des organes qui sont désormais susceptibles de tenir pendant des distances totales de parcours qu'on estime pouvoir atteindre jusqu'à 160 000 km. Ajoutons que le moteur Diesel est précieux sur les routes à profil accidenté en raison de sa capacité de surcharge de 15 %, et qu'il est plus « nerveux » lorsque l'on accélère.

Aussi, dans les pays où la différence de prix, normalement importante, entre l'essence et le gasoil n'est pas trop réduite du fait de l'application à ce dernier combustible de taxes excessives, on emploie généralement le moteur Diesel pour la traction des véhicules de transport en commun et pour celle des camions d'un poids à vide supérieur à 2,5 tonnes, surtout lorsque la distance à parcourir est importante et atteint ou dépasse, par exemple, une centaine de kilomètres par jour. Les statistiques montrent qu'en 1938 la proportion des véhicules à moteur Diesel était approximativement de 15 % en Allemagne, 5 % en Italie, 4 % en Angleterre et en France. Nul doute que la nécessité de réserver l'essence pour les be-

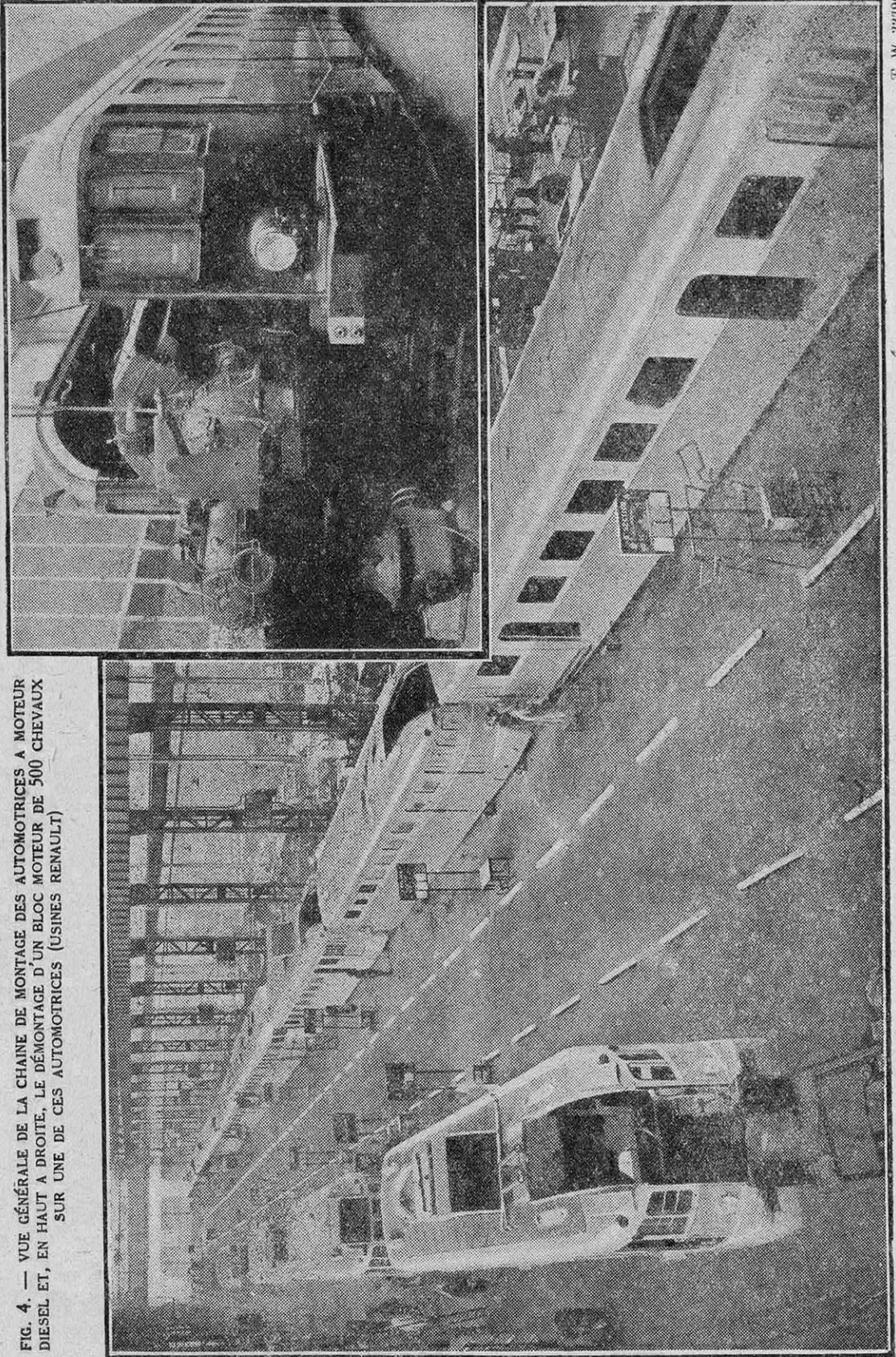


FIG. 4. — VUE GÉNÉRALE DE LA CHAÎNE DE MONTAGE DES AUTOMOTRICES A MOTEUR DIESEL ET, EN HAUT A DROITE, LE DÉMONTAGE D'UN BLOC MOTEUR DE 500 CHEVAUX SUR UNE DE CES AUTOMOTRICES (USINES RENAULT)

soins des armées et des aviations n'ait eu pour effet un accroissement de ces proportions en 1939. Aux Etats-Unis même, où l'essence étant très bon marché, on ne songeait guère autrefois à substituer le moteur Diesel au moteur à essence, du moins pour la traction sur route, les principaux constructeurs de moteurs, à l'exception de Ford, ont tous présenté des moteurs Diesel à la Cinquième Exposition Nationale des Moteurs à New York, en 1938.

La traction sur rails

La locomotive à vapeur présente un certain

La plupart de ces raisons conduisent à entretenir, de distance en distance, sur certaines voies du réseau, d'importants parcs de locomotives et des ateliers de réparation.

La locomotive électrique, alimentée par un réseau spécial, présente beaucoup moins d'inconvénients. Elle est plus souple; l'énergie qu'elle consomme est sensiblement proportionnelle au tonnage tiré; elle ne consomme pas d'énergie à l'arrêt; ne nécessite pas de parcs de locomotives aussi importants, de dépôts de charbon, de châteaux d'eau. Par contre, elle nécessite de nombreuses sous-stations sur les parcours pour transformer le courant alternatif en courant continu et, du fait de son dévelop-

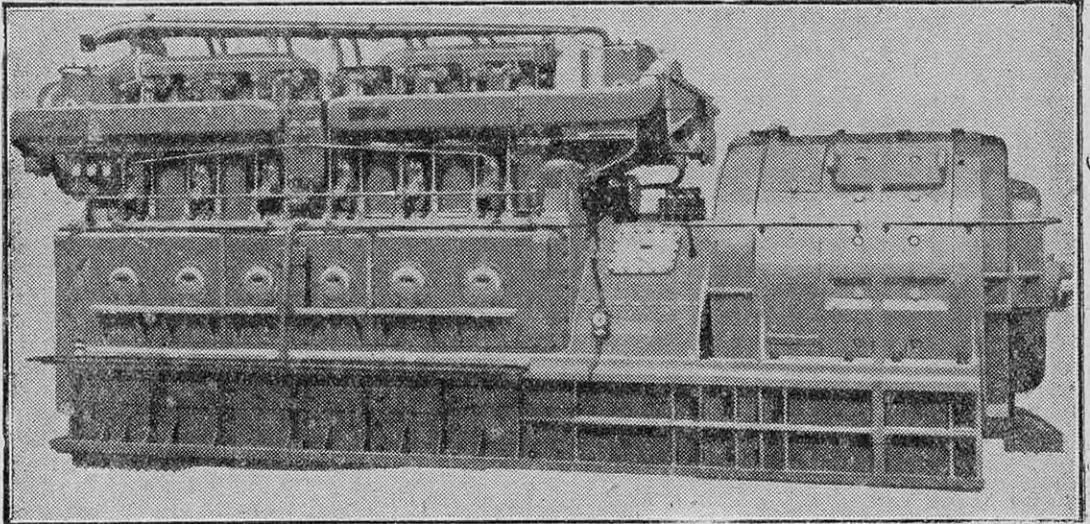


FIG. 5. — MOTEUR DIESEL 12 CYLINDRES A QUATRE TEMPS DE 2 200 CH DE LA LOCOMOTIVE DIESEL-ÉLECTRIQUE DES CHEMINS DE FER ROUMAINS

T W 16452

On aperçoit à droite la génératrice qui, actionnée par le Diesel, fournit le courant aux moteurs électriques des boggies. A gauche, le moteur Diesel qui est constitué de deux rangées de 6 cylindres en ligne actionnant deux arbres parallèles (Sulzer).

nombre d'inconvénients. Consommant une grande quantité d'eau, son emploi est prohibé dans les contrées où l'eau est rare ou bien de nature à détériorer le faisceau tubulaire de la chaudière. C'est, en particulier, le cas dans certaines colonies et dans les pays équatoriaux. Du fait de son faible rendement, elle dépense beaucoup de charbon pendant son trajet; encore convient-il d'ajouter le charbon consommé pendant certaines périodes : période d'allumage et d'arrêt dans les gares, période de maintien sous pression dans les dépôts en ce qui concerne les locomotives de manœuvre, de secours ou de remplacement. Il convient d'ajouter que, dans certains cas, elle se prête assez mal à une exploitation économique, particulièrement lorsque le nombre des voyageurs à transporter, le tonnage total à tirer, ou même simplement le profil de la voie, peuvent, le long du trajet, varier dans de grandes proportions, car la locomotive, n'étant pas susceptible de surcharge, doit être calculée pour l'effort maximum qui lui sera demandé.

Son maintien en bon état de fonctionnement conduit, en particulier, à des retubages partiels ou totaux de la chaudière, opérations très onéreuses et d'autant plus fréquentes que la locomotive roule plus longtemps sans arrêt.

pement, ce réseau est essentiellement vulnérable aux bombardements aériens.

On évite tous ces inconvénients par l'emploi de locomotives à moteur Diesel attaquant les boggies moteurs au moyen d'une transmission mécanique, ou bien de locomotives Diesel-électriques comportant des groupes électrogènes qui fournissent le courant à des moteurs électriques attaquant les boggies moteurs, cette dernière solution étant celle adoptée particulièrement sur les grosses locomotives destinées à la traction d'un fort tonnage ou au transport d'un très grand nombre de voyageurs. Rien n'empêche d'ailleurs, dans ce dernier cas, de prévoir la possibilité d'alimenter également le moteur électrique directement par le réseau. On obtient alors ce qu'on appelle improprement une locomotive « amphibie ». Le problème le plus délicat à résoudre dans le cas d'une transmission mécanique consiste dans la réalisation d'un dispositif robuste et souple d'accouplement entre le moteur et le boggie. Actuellement, ce dispositif est le plus souvent constitué (particulièrement en Angleterre) par un accouplement fluide.

Quant au problème d'une exploitation économique, quelle que soit la variation de la charge et du profil de la voie pour un long trafic, il est simplement résolu en attelant plusieurs auto-

motrices à deux moteurs commandées du tableau de bord de l'une d'elles au moyen d'un dispositif général de mise en marche et de contrôle présélectif.

Sauf quelques exceptions, les moteurs utilisés sont des moteurs du type normal à quatre temps, susceptibles d'une surcharge de 15 % environ pendant une ou deux heures, et auxquels on a adapté, dans certains cas particuliers (pays chauds ou profils de voie à grande différence d'altitude), la suralimentation, grâce à quoi, sous un faible volume, le moteur peut donner une puissance de 30 à 50 % supérieure à sa puissance normale, ce qui permet de réduire le nombre d'automotrices à utiliser pour tirer les trains de montagne.

Il y avait en service, en 1938, plus de 1 300 locomotives, trains et autorails de puissances comprises entre 85 et 6 300 ch. Les progrès les plus récents ont consisté dans l'adoption de locomotives à moteurs multiples, dans l'accroissement progressif des puissances unitaires, et dans l'adoption de la suralimentation qui, moyennant un supplément

de poids de l'ordre de 5 % permet de réaliser un supplément de puissance de 30 à 50 % avec réduction de la consommation spécifique effective, ainsi que de maintenir la puissance aux altitudes de l'ordre de 4 500 m.

Les réalisations les plus intéressantes de la période d'avant-guerre sont les suivantes :

En Allemagne, mise en service de 14 trains à 3 voitures, mus chacun par 2 moteurs Maybach, à 4 temps, suralimentés, d'une puissance de 600 ch, permettant de réaliser une vitesse de 110 km/h; et de 8 trains du même type, d'une puissance de 410 ch, pour le service interurbain de la Ruhr; puis, la construction d'un prototype de 1 200 ch pour un train appelé le « Poisson Volant Argenté ».

En Argentine, circulent un certain nombre de trains à moteurs de Ganz, dont 12 de 2 voitures de 640 ch autour de Buenos-Ayres, et 10 trains ont été importés d'Angleterre, tandis que des trains à 2 voitures de 480 ch et à 1 voiture de 240 ch ont été mis en service sur les lignes de montagne de l'Argentine et de l'Uruguay.

Au Brésil ont été mis en service 5 trains rapides à 2 voitures Fiat de 490 ch et 2 trains à 3 voitures avec restaurant, à 2 moteurs Deutz de 275 ch.

A Ceylan, 3 trains rapides Diesel-électriques de 400 ch à 4 voitures atteignent une vitesse de plus de 100 km/h.

En Angleterre, des trains à 3 voitures de

200 ch assurent le service de la ligne Dublin-Howth.

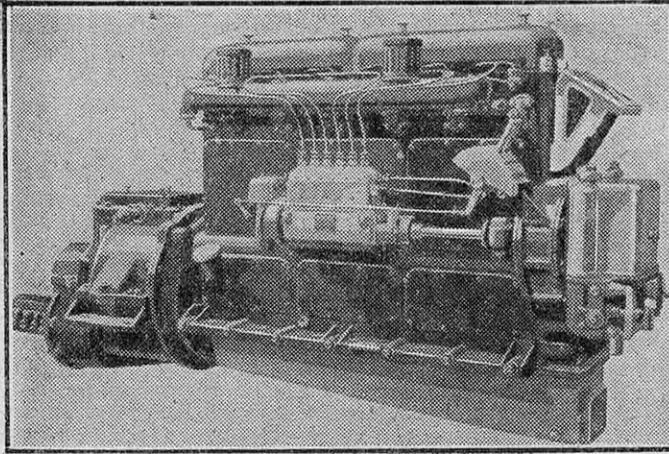
En Tunisie, des trains à 2 voitures de 200 ch à moteurs légers Saurer font un service particulièrement sévère à une vitesse voisine de 80 km/h sur des lignes à voie étroite du désert de près de 400 km de parcours.

En Bosnie-Herzégovine, 7 trains à 3 voitures de Ganz font environ 44 km/h sur le parcours Belgrade-Dubrovnik, malgré un profil très accidenté comportant des rampes allant jusqu'à 16 ‰ des courbes incessantes dont le rayon ne dépasse pas quelquefois 76 m, la présence de

168 tunnels, la vitesse ne pouvant guère dépasser 60 km dans les meilleures conditions et la température pouvant atteindre 58 degrés.

En France et en Roumanie, ont été commandées des locomotives puissantes pour des trains lourds à grand parcours. Les locomotives françaises reçoivent 2 moteurs de 2 200 ch. Elles dépassent 30 m de long et comprennent 2 voitures articulées. Les moteurs de ces trains (fig. 5) sont suralimentés et actionnent

des génératrices qui fournissent le courant aux moteurs de traction.



T W 16456

FIG. 6. — GROUPE DE PROPULSION DIESEL MARIN 6 CYLINDRES DE 85 CHEVAUX

Ce groupe, dont le poids total est de 2 100 kg, est destiné à l'équipement des vedettes, canots, yachts, etc. Il fournit une puissance de 64 ch à 900 tours/mn et de 85 ch à 1 200 tours/mn (Renault).

Le Diesel de propulsion des navires

La propulsion des navires constitue le domaine de prédilection pour le moteur Diesel.

La faveur dont il jouit, en la matière, tient à la fois : à son faible encombrement, à la simplicité de l'installation propulsive à laquelle il conduit, à son économie d'exploitation, particulièrement lorsque le navire est appelé à se déplacer à faible vitesse pendant certaines périodes, à la facilité d'approvisionnement du navire en combustible liquide, enfin à la facilité avec laquelle on peut procéder, dans le cas du moteur Diesel, à la récupération de la chaleur perdue aux fins de production de force motrice complémentaire, de chauffage des locaux ou bien encore de préparation d'eau potable.

Pour se rendre compte du faible encombrement relatif et de la simplicité du moteur Diesel, il n'est que de considérer que ce type de moteur se suffit à lui-même, car il conduit généralement lui-même ses propres auxiliaires, tandis que l'installation propulsive à vapeur comprend nécessairement, outre la machine alternative ou la turbine, une station de chaudières et une station de condensation avec tous leurs auxiliaires et leurs tuyauteries (réchauffeurs de mazout et d'eau, pompes de transfert et de pulvérisation de combustible, pompes alimentaires,

pompes de circulation et d'extraction, éjecteurs, etc...).

La conséquence immédiate, c'est qu'alors que le démarrage et la surveillance en marche du moteur Diesel ne demandent que trois hommes au plus pour deux moteurs, il faut en outre prévoir, en ce qui concerne l'installation à vapeur, le personnel nécessaire pour la surveillance de la station de chaudières et de la station de condensation.

Pour se rendre compte de l'économie d'exploitation à laquelle conduit le moteur Diesel comparativement à l'installation de propulsion à

vapeur, il suffit de considérer, tout d'abord, que ce type de moteur peut être mis en route quelques minutes seulement avant l'appareillage et peut être maintenu au repos pendant les escales, fussent-elles de courte durée, une petite chaudière auxiliaire fournissant alors la force motrice nécessaire aux besoins du bord; tandis qu'avec l'installation à vapeur, il faut allumer les chaudières longtemps à l'avance afin qu'elles soient sous pression au moment de l'appareillage et qu'elles permettent de procéder au réchauffage des machines alternatives ou des turbines avant de les mettre en route, opération indispensable pour éviter des accidents graves.

Mais par ailleurs, en fonctionnement normal, le moteur Diesel ne consomme guère qu'entre 175 et 180 g par ch-h, tandis que la turbine à vapeur, par exemple, consomme plus de 350 g par ch-h, même lorsque l'installation propulsive est munie de divers perfectionnements qui en augmentent le rendement.

La différence s'accroît d'ailleurs aux puissances inférieures à la normale, par exemple lorsque le mauvais temps oblige à réduire la vitesse du navire pour éviter qu'il s'engage.

L'encombrement moindre et la réduction de la consommation de combustible peuvent se traduire soit par un accroissement du rayon d'action à égalité du volume des soutes à combustible, l'avantage étant plus grand par rapport aux navires chauffant au charbon, soit par un volume plus grand de soutes à marchandises utilisables pour un déplacement donné. On considère qu'à égalité de déplacement, le rayon d'action est en moyenne quatre fois plus petit que celui d'un navire à moteurs Diesel.

Enfin, le moteur Diesel se prête aisément à la récupération des chaleurs évacuées, en faisant passer, par exemple, l'eau de circulation des moteurs soit dans des bouilleurs, pour préparer de l'eau douce pour les besoins du bord,

soit dans des chaudières appropriées pour la fourniture de la force motrice complémentaire requise par les auxiliaires de bord (pompes, ventilateurs, treuils, etc...). Le rendement global de l'installation peut alors dépasser la valeur élevée de 40 %.

Ces avantages, déjà précieux en période de paix, s'accroissent notablement en période de guerre, parce que le pays a alors besoin de toutes ses disponibilités en charbon pour le fonctionnement des centrales thermiques et des usines, et aussi parce que l'emploi du charbon sur les navires oblige à maintenir une flotte

importante de charbonniers, toujours en mer, généralement d'une vitesse modérée et par suite, très vulnérables aux attaques des sous-marins. A cet égard, il convient de remarquer que le moteur Diesel permet de loger une puissance notablement plus élevée dans un compartiment donné, et, par cela même, de réaliser des vitesses plus grandes qu'avec une installation à vapeur. Cet accroissement de vitesse offre au navire des chances plus grandes d'échapper aux sous-marins

qui sont en général assez lents. Dans les premiers mois de la guerre, la plupart des navires marchands coulés par torpilles avaient une vitesse ne dépassant pas sensiblement 12 nœuds, alors que six navires, dont quatre à moteurs Diesel, d'une vitesse supérieure à 15 nœuds, ont parfaitement pu échapper aux attaques prononcées contre eux par des sous-marins.

Il n'est donc pas étonnant que les applications du moteur Diesel à la propulsion des navires se soient développées de plus en plus.

En 1939 par exemple, il a été construit 200 gros navires à moteurs sur lesquels il a été installé une puissance totale de 1 325 000 ch, ce qui constitue un chiffre record.

A part quelques pétroliers qui ont reçu des moteurs à 4 temps suralimentés, les autres navires ont reçu des moteurs 2 temps, simple et double effet, la préférence allant d'ailleurs aux 2 temps simple effet.

Parmi les réalisations les plus intéressantes de l'année 1939, il convient de signaler les suivantes :

Le paquebot anglais *Dominion Monarch* a reçu 4 moteurs Doxford à 2 temps double effet à pistons opposés, 5 cylindres de 725/2 250 cm, 1 600 ch par cylindre (chiffre record), développant chacun 8 000 ch à 133 t/mn, soit au total 32 000 ch.

Le paquebot hollandais *Oranje* a reçu 3 moteurs Sulzer 2 temps simple effet, 12 cylindres

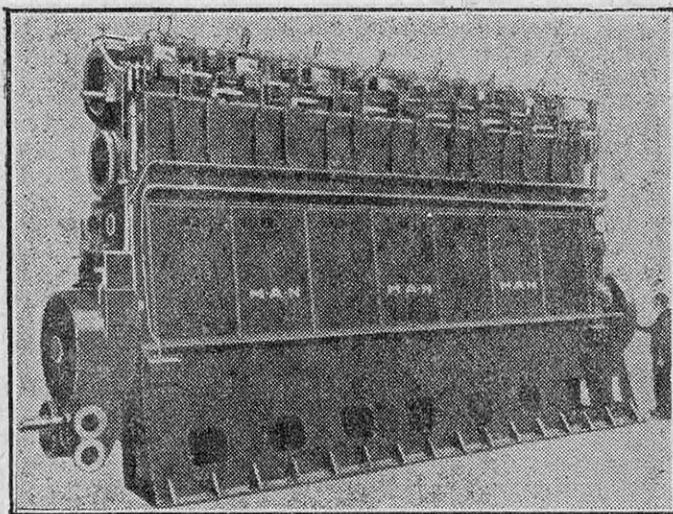


FIG. 7. — MOTEUR DIESEL DE 2 600 CH DU CARGO ALLEMAND « WUPPERTAL »

Le Wuppertal est propulsé par trois moteurs de 2 600 ch qui actionnent une seule hélice par l'intermédiaire d'une transmission électrique. Chacun de ces moteurs est un 7 cylindres à deux temps et tourne à la vitesse de 250 tours/mn. (M. A. N.)

T W 16454

de 760/1 250 cm, un peu moins de 1 000 ch par cylindre, développant chacun 12 500 ch, soit au total 37 500 ch à 145 t/mn.

Le paquebot *Pretoria Casile* de l'Union Castle Line a reçu 2 moteurs Burmeister et Wain à 2 temps, 8 cylindres de 620/1 400 cm, 1 000 ch par cylindre, développant 8 000 ch par cylindre, soit au total 16 000 ch.

La plupart des navires à moteurs construits ces dernières années sont caractérisés par des vitesses élevées : les plus gros paquebots dépassent 25 nœuds, plus de quatre-vingts

autres navires peuvent atteindre plus de 15 nœuds, et parmi ceux-ci une douzaine peuvent même atteindre 19 à 20 nœuds d'une façon continue.

De nombreux pétroliers ont été construits un peu partout et particulièrement en Angleterre (250 000 t de poids lourd), en Allemagne (dix unités), en Suède (dix unités), au Japon, en Hollande et en Italie. On tend à augmenter notablement la vitesse de ces navires et à standardiser les moteurs.

On a continué à construire des navires fruitiers rapides et par conséquent à puissance relativement élevée par rapport au déplacement (25 000 ch pour 12 navires du type).

Enfin, on a construit beaucoup de navires pour le trafic rapide à courte distance, tels que : le ferry-boat *Storebaelt*, pour le réseau de l'Est danois (5 500 ch); le *Skagerrack I* (5 000 ch et 17 nœuds); le *Princess Victoria* (6 000 ch et 18 nœuds); le *Royal Daffodil* (5 300 ch et 20 nœuds); le *Black Watch* de la ligne Oslo-Newcastle (1 000 ch); les paquebots *Königin Emma* et *Princess Beatrix*, de la Zeeland SS Co (14 800 ch et 21,5 nœuds).

Le Diesel n'a pas encore remplacé la machine à vapeur sur les navires de guerre

On s'étonnera peut-être que nous n'ayons parlé que des navires de la marine marchande (cargos et paquebots). C'est que, en fait, si le moteur Diesel constitue actuellement encore le seul moteur admissible pour la propulsion en surface des sous-marins, et si, d'autre part, ses qualités remarquables antérieurement énumérées en font le moteur de choix des petites unités de surface, telles que patrouilleurs, chasseurs, dragueurs, dépanneurs, etc., son emploi pour la propulsion des grosses unités de surface est limité jusqu'à présent à des navires spéciaux, tels que les ravitailleurs de sous-marins, par exemple, et les cuirassés allemands, dits « de poche », conçus spécialement pour les opérations de destruction du commerce ennemi à

de grandes distances des bases et qui ont, par conséquent, avant tout besoin d'un très grand rayon d'action.

En ce qui concerne les gros navires de guerre, tels que cuirassés et croiseurs, il est en effet nécessaire de ne consacrer à la propulsion que le poids strictement indispensable, afin de pouvoir conserver un poids suffisant pour l'armement et pour la protection de la coque et des ponts à la fois contre la torpille sous-marine, l'artillerie et les bombes aériennes. Or, comparativement à la turbine à vapeur surchauffée

à haute pression, le moteur Diesel est encore actuellement un moteur lourd, puisque, même poussé, il ne prend pas moins de 17 à 18 kg/ch, tandis que la turbine à vapeur bien étudiée pèse environ 12 à 15 kg/ch.

Certes, il convient de tenir compte de ce que le moteur Diesel, consommant à égalité de puissance effective moins de combustible que l'installation vapeur, le poids total du moteur Diesel et

du combustible au départ du navire est moins grand, à égalité de rayon d'action, pour l'installation Diesel que pour l'installation vapeur. Mais la différence va en diminuant au fur et à mesure de la consommation de combustible et lorsque le navire se présente au combat après une longue période de croisière, par exemple, il peut arriver que la différence penche finalement en faveur de l'installation vapeur. C'est en tout cas une des raisons invoquées, en particulier, dans les milieux compétents pour ne pas assurer jusqu'à présent la propulsion des gros navires de guerre par des moteurs Diesel.

Néanmoins, afin sans doute de ne pas préjuger l'avenir, il a été commandé des prototypes à nombre de cylindres réduit qui ont été soumis avec succès à des essais prolongés en usine afin de pouvoir, le cas échéant, passer rapidement par une simple augmentation du nombre des cylindres à des unités puissantes pouvant fournir les 40 à 45 000 ch par ligne d'arbre requis par la propulsion des gros navires.

Les moteurs Diesel d'aviation

La substitution du moteur Diesel au moteur à explosions d'aviation semble, *a priori*, ne présenter que des avantages. D'une part, en effet, la consommation spécifique effective du moteur Diesel, sensiblement plus faible, permet à égalité du volume des soutes à combustible, de réaliser un rayon d'action sensiblement plus grand; d'autre part, le moteur Diesel peut supporter une suralimentation effective à pression élevée qui permet d'en accroître la puissance d'environ 50 % s'il est à quatre temps, 30 % s'il est à deux

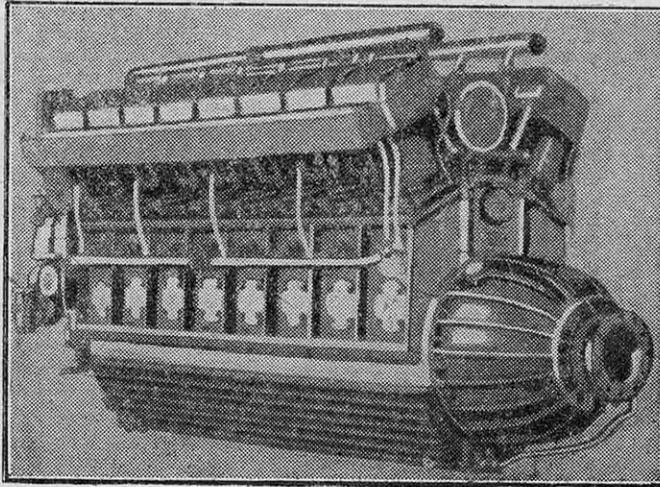


FIG. 8. — MOTEUR DIESEL A 16 CYLINDRES DE 900-1 200 CH DU ZEPPELIN « HINDENBURG » (MERCEDES-BENZ)

temps, et dont la conséquence est de permettre à l'avion de plafonner très haut — d'où un nouvel accroissement du rayon d'action; enfin, le combustible utilisé dans le moteur Diesel — gas-oil ou fuel-oil — étant peu inflammable par rapport à l'essence, la sécurité en vol contre les incendies paraît complètement assurée.

Mais, en réalité, s'agissant de rayon d'action, il convient de tenir compte non seulement du poids de combustible à transporter, mais aussi du poids du moteur. Or, actuellement, les bons moteurs d'aviation à essence pèsent environ 0,5 kg/ch, tandis que les moteurs Diesel d'aviation les plus poussés pèsent environ 1 kg/ch.

Par ailleurs, on est parvenu à utiliser sur les moteurs à explosions d'aviation de l'essence à un nombre d'octane de l'ordre de 100, ce qui a permis d'accroître sensiblement le taux de compression et par suite de réduire la consommation spécifique effective, au point qu'elle est maintenant peu supérieure à celle du moteur Diesel.

Enfin, l'expérience a montré que les incendies en vol qui étaient autrefois fréquents sont devenus beaucoup plus rares aujourd'hui; que l'accident à redouter est particulièrement l'écrasement au sol au cours duquel l'incendie se déclare presque infailliblement, que le combustible soit de l'essence, du gasoil ou du fuel-oil.

Il n'est donc pas étonnant que le moteur Diesel n'ait pas supplanté le moteur à explosions en matière d'aéronautique, malgré ses remarquables qualités.

Néanmoins, pendant la période d'avant-guerre, les principales lignes aériennes traversant les Etats-Unis d'ouest en est et vice-versa étaient desservies par des avions propulsés par des moteurs Diesel Packard et Beardmore.

Mais ce sont surtout les avions et hydravions des lignes aériennes transatlantiques Nord et Sud de la Lufthansa qui méritent une mention particulière.

Cette Compagnie a acquis, en effet, depuis 1937, une sérieuse expérience des moteurs Diesel Junkers à deux temps à pistons opposés et a fait mettre au point, en particulier, deux moteurs : le Jumo 204 et le Jumo 205 (1).

(1) En voici les caractéristiques générales : Jumo 204 : — alésage \times course (mm), $120 \times (210 \times 2)$; 6 cylindres; cylindrée, 28,5 l; poids total, 748 kg; puissance effective, 750 ch; vitesse moyenne, 1 800 t/mn; poids au cheval, 0,87 kg/ch. — Jumo 205 : — alésage \times course (mm), $105 \times (160 \times 2)$; 6 cylindres; cy-

Ces moteurs équipaient plusieurs avions en service en 1938 :

Douze avions bimoteurs dix places, type Junkers 86 (moteurs Jumo 205);

Un avion quadrimoteur trente-cinq places, type G 38, poids total en vol, 22 t (4 moteurs Jumo 204);

Deux avions monomoteurs huit places, type Junkers F 24 (Jumo 204);

Quatre hydravions Dornier, type Do 18 (4 moteurs Jumo 205).

En France, les conceptions cependant fort intéressantes de l'ingénieur Clerget qui a mis au point des moteurs présentant deux rangées de cylindres en étoile n'ont pas jusqu'à présent, à notre connaissance, dépassé le stade de la mise au point sur quelques appareils.

Perspectives d'avenir

On voit combien l'essor du Diesel a été prodigieux jusqu'au début de la guerre, dans tous les domaines, sauf, peut-être, dans celui

de la propulsion des gros navires de guerre et des avions; nous avons exposé la raison essentielle de cette exception qui réside dans un poids par cheval encore trop élevé.

Mais le moteur Diesel est encore perfectible à cet égard; les constructeurs, toujours en quête d'amélioration, ne manqueront pas de s'attaquer hardiment à la tâche, avec le concours éclairé des métallurgistes dont on sait les réalisations intéressantes et constantes en matière d'allègements des matériaux. Nul doute qu'ils parviendront, quelque jour, proche peut-être, à résoudre les difficultés qui subsistent encore.

Mais il convient, d'autre part, pour examiner plus complètement ses perspectives d'avenir, de se placer sur un autre plan. Il s'agit ici, on s'en doute, de l'importante question des carburants.

Or, à ce point de vue, il semble bien que le moteur Diesel sera mieux partagé que les autres types de moteurs parce qu'il est susceptible d'utiliser toute une gamme de combustibles : charbon pulvérisé, produits du pétrole, huiles de goudron de houille, huiles végétales et gaz de gazogènes.

Le charbon, en effet, menace de faire défaut pour les besoins de la force motrice. Il est vraisemblable qu'à l'issue du conflit, il fera l'objet d'une très importante demande de la métallurgie en vue d'élaborer les métaux et demi-produits lindrée 16,5 l; poids total, 521 kg; puissance effective, 750 ch; vitesse moyenne, 2 600 t/mn; poids au cheval, 0,74 kg/ch.

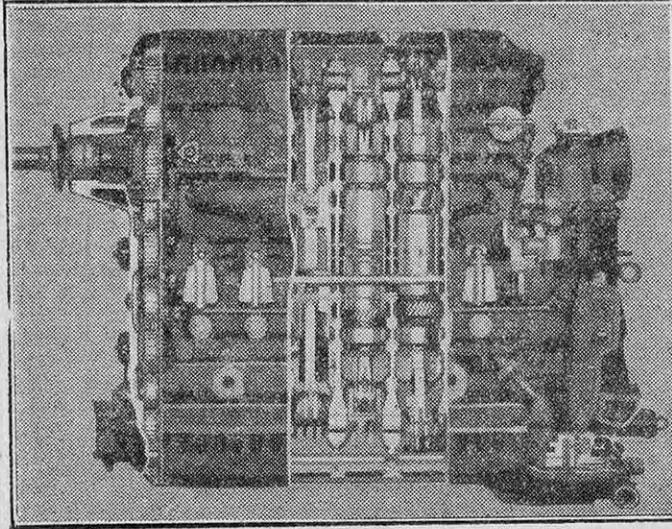


FIG. 9. — COUPE DU MOTEUR DIESEL D'AVIATION JUNKERS « JUMO 205 »

C'est un moteur à deux temps à pistons opposés de 750 ch à 2 600 tours/mn; refroidi par l'eau. Ce moteur équipe surtout des appareils de reconnaissance lointaine pour lesquels l'économie réalisée sur le combustible par l'adoption du Diesel compense largement l'excédent de charge qui résulte du poids plus élevé des moteurs.

T W 16458

nécessaires à la reconstruction des pays dévastés par la guerre et qui sont, cette fois, particulièrement nombreux et étendus.

En ce qui concerne le pétrole, il faudra compter avec la destruction plus ou moins complète des installations d'extraction dans certains pays, belligérants ou non, destructions qui auront inévitablement pour conséquence de restreindre la production pendant les premières années de paix.

L'ampleur même du conflit et les effets du blocus et du contre-blocus qui mettent en jeu l'avenir de chacun d'eux, fût-il ou non belligérant, ont obligé les divers pays européens à se replier sur eux-mêmes et à pratiquer une autarcie plus ou moins poussée. Ils se sont rendu compte alors de l'importance des produits de substitution tirés de leurs propres ressources ou de celles de leurs colonies, et ont, en particulier, saisi toute l'importance qui s'attache désormais à la culture intensive des plantes à huile les mieux appropriées à la nature de leur sol et à leur climat. La France, à cet égard, peut devenir un pays nettement privilégié en raison de la richesse naturelle de ses colonies africaines en plantes à huile, qui peuvent et doivent constituer, dans l'avenir, une source inépuisable de combustibles végétaux pour le pays et de richesses pour ses colonies.

Or, ces huiles constituent, sans aucune transformation préalable, autre que la réduction de leur acidité à un taux convenable, d'excellents combustibles pour le moteur Diesel et c'est d'ailleurs le seul type de moteur qui puisse les utiliser à l'état naturel avec un très bon rendement.

L'alimentation du moteur Diesel en combustibles liquides peut donc être entièrement assurée, dans l'avenir, quelle que soit la politique du pétrole qui prévaut à l'issue du conflit.

On ne saurait parler des perspectives d'avenir du moteur Diesel sans toucher un mot de la turbine à gaz (1), qui paraît devoir devenir un des appareils moteurs les plus intéressants de l'avenir.

Nous rappelons, en effet, que ses qualités propres font de la turbine à gaz un appareil moteur intermédiaire entre la turbine à vapeur et le moteur Diesel. Plus simple que le moteur Diesel, se rapprochant de la turbine à vapeur, mais conduisant à une installation globale beaucoup moins complexe que cette dernière, par suite de l'absence de chaudières et d'une station de condensation, d'une exploitation beaucoup plus économique que la turbine à vapeur, mais cependant moins économique que le moteur Diesel, il semble qu'on puisse prévoir que si la turbine à gaz est destinée *a priori* à remplacer, quelque jour, peut-être proche, la turbine à vapeur, elle ne concurrencera sans doute vraisemblablement le moteur Diesel que dans les cas où on aura besoin, d'une façon absolue, d'un appareil moteur puissant, léger et où l'économie d'exploitation, bien que recherchée, ne s'imposera pas cependant d'une façon impérative.

À cet égard, on peut, semble-t-il, envisager que c'est plutôt à la turbine à gaz qu'au moteur Diesel qu'on aura recours, dans l'avenir, pour assurer la propulsion des grosses unités de la marine marchande et de la marine de guerre, tandis que dans les autres domaines de production de la force motrice, où une puissance élevée est également requise, la solution adoptée dépendra peut-être en définitive des cas d'espèce et de la possibilité d'admettre ou non un compromis entre un poids un peu plus faible en regard d'une consommation spécifique un peu plus élevée.

Marcel GAUTIER.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 287 (juillet 1941).

Pour produire 1 kilogramme de porc sur pied, représentant après abattage 750 g de viande, il faut en moyenne 4,5 kg d'orge ou de maïs ou encore 13 kg de pommes de terre (étant entendu que la ration alimentaire doit être en pratique harmonieusement équilibrée). On dépense donc avec l'orge (bluté à 70 %) 9 261 calories, avec le maïs (bluté à 90 %) 13 890 calories, avec les pommes de terre 11 570 calories pour obtenir sous forme de viande 1 122 calories pour le porc maigre et 3 167 calories pour le porc gras. Il y a là, pour M. Pons, professeur à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse, un vrai gaspillage d'énergie nécessité par les frais de transformation des principes digestibles végétaux en tissus musculaires ou organiques divers. Ces chiffres suffiraient à faire condamner irrémédiablement dans les circonstances actuelles l'élevage industriel du porc, si d'autres considérations alimentaires n'entraient en ligne de compte (nécessité de fournir à l'organisme humain des matières azotées sous la forme des acides aminés présents dans la viande). C'est pourquoi l'élevage familial du porc ne saurait être trop encouragé, car ainsi que le rappelait M. J. de Naurois (1) il peut se pratiquer sans difficulté avec des substances que l'homme ne peut utiliser sans transformation préalable et dont la production est assez simple et assez abondante pour ne pas nuire à d'autres plus essentielles, celle des grains panifiables en particulier : trèfle, luzerne, farines de légumineuses, topinambour et colza.

(1) *Bulletin d'agriculture du Sud-Ouest*.

LA RECHERCHE ET LE CONTROLE DES ERSATZ ALIMENTAIRES

par Jean LABADIÉ

En période d'abondance, le problème de l'alimentation humaine est surtout, pour la plus grande masse de la population, un problème de qualité : il s'agit d'éviter certaines carences (en minéraux, en vitamines) et certains déséquilibres. Au contraire, en période de restrictions, se nourrir est un problème de quantité, et toutes les ressources disponibles doivent être utilisées au mieux pour le résoudre. Tous les produits animaux ou végétaux présentent théoriquement une certaine valeur alimentaire, soit qu'ils renferment de l'azote sous forme de protéine, soit que leur combustion puisse fournir une certaine quantité d'énergie. Mais leur assimilation par notre organisme est limitée par les possibilités de notre tube digestif qui n'est pas armé de tous les sucs et de toutes les diastases nécessaires pour les digérer. Rendre ces corps assimilables par un traitement chimique qui en brise les molécules trop résistantes, ou faire la synthèse directe des aliments de base, tel est le principe des Ersatz alimentaires. Leur industrie s'efforce de tirer parti des ressources ordinairement réservées aux animaux (tourteaux), des déchets de toutes sortes (sang, poissons, etc.) et des matières premières industrielles, telles que bois et charbon. Si les mets qu'elle nous offre, ainsi que les condiments dont elle prétend les assaisonner, soumis à un contrôle rigoureux, tant du point de vue de leur valeur alimentaire que de leur innocuité, doivent apporter aujourd'hui un appoint appréciable à notre ravitaillement, certains d'entre eux paraissent destinés à modifier de façon durable nos traditions alimentaires.

On a tout dit sur l'ingéniosité de l'homme à fabriquer des produits de remplacement. C'est même sur elle qu'est fondé tout le progrès industriel qui consiste à remplacer, chaque jour, en mieux, le produit, la commodité, la méthode de la veille. Une seule « usine » proteste contre ces remplacements continus que le progrès voudrait lui imposer : notre estomac.

Il semblait qu'après cent mille ans d'adaptation de notre tube digestif à tout ce qui peut lui convenir dans la nature, ses menus actuels ne pouvaient plus être révisés. Voilà déjà longtemps que l'amélioration culinaire elle-même ne paraissait plus souhaitable aux physiologistes autrement que dans le sens d'une simplification, d'un retour aux origines, — notamment en ce qui concerne la fabrication de notre aliment de base : le pain. Chaque nation ayant, d'autre part, stabilisé son menu global à l'échelle collective, grâce à l'équilibre chèrement disputé de ses importations et de ses exportations, tout changement essentiel imposé par les événements au marché des denrées prenait l'allure d'une catastrophe.

C'est une cascade de pareilles catastrophes alimentaires qui s'est abattue sur le monde depuis trois ans et que nous subissons particulièrement en France, depuis l'armistice, avec le maléfice de la surprise — cependant que d'autres pays, notamment l'Allemagne, bénéficient d'une longue préparation scientifique à l'arrivée des Ersatz sur leur marché alimentaire. Pas un produit nouveau n'y saurait offrir ses prétendues « valeurs de substitution » sans avoir à

montrer patte blanche devant un jury d'experts en chimie alimentaire. Un service analogue de contrôle a été installé en France.

Il s'agit, en effet, non seulement de ne rien servir d'indigeste au ventre du pays, mais encore de ne pas offrir impudemment des mucilages pour des matières oléagineuses, de la gélatine inassimilable, pour du bouillon « azoté », etc...

Et pourtant, il faut laisser libre cours à l'ingéniosité privée. Si quelque inventeur annonce qu'il a découvert un microorganisme capable d'assurer une prédigestion de la cellulose permettant à la forêt ou au taillis de nous nourrir ou de nourrir le bétail, il faut voir cela de près. Si un autre vient proposer l'élevage massif de certaines larves de mouches arboricoles, qui trouvent leur ration d'azote dans les feuilles ou dans le bois en décomposition, ne vous récriez pas, il faut examiner le rendement de cet élevage.

Contrôler sans décourager, telle est la tâche difficile et savante des services installés au ministère du Ravitaillement sous la haute direction de M. l'Intendant Ley, et dont les laboratoires régionaux opèrent : en zone libre, à Lyon, Vichy, Marseille, Toulouse, Montpellier ; en zone occupée, à Paris, Dijon, Angers, Bordeaux. En trois mois, 7 000 analyses de contrôle ont été faites, sur lesquelles 14 pour cent ont décelé des produits nouveaux insuffisants, tandis que 11 pour cent caractérisèrent des produits situés à la limite stricte du *minimum nutritif* arrêté par le comité consultatif, c'est-à-dire par les plus qualifiées des personnalités savan-

tes : MM. les professeurs Gabriel Bertrand, de l'Académie des Sciences, Charles Richet fils, Lesné, Labbé, Tanon, de la Faculté de Médecine de Paris, et Ombredanne, de l'Académie des Sciences et de l'Académie de Médecine.

Le principe de fabrication des Ersatz alimentaires : une « prédigestion »

Digérer c'est préparer l'assimilation, par l'organisme, de corps qui lui sont étrangers. Comme on a décelé dans le corps humain l'existence à l'état pondérable d'environ la moitié des « éléments » chimiques, les autres y figurant pour la plupart à l'état de traces, on voit que la marge est assez vaste pour les inventeurs d'aliments nouveaux. Aussi bien, ethnologues et paléontologues ne sauraient nous étonner quand les uns nous apprennent que les Patagons « mangent de la terre », et les autres que ce « vice social », la « géophagie », était pratiquée par des tribus de l'âge de la pierre. Que peut bien trouver « d'assimilable », dans une bouchée de terre, l'estomac humain ? Sans doute, déjà, ce qu'y trouvent les plantes, que broutent les herbivores (dont nous sommes), que dévorent ensuite les carnivores (dont nous sommes également).

Le plus souvent, notre organisme est incapable d'utiliser directement ce que lui offre le monde minéral pour faire la synthèse de son protoplasme, et il est incapable d'accumuler, comme le fait la plante, l'énergie chimique nécessaire à ses phénomènes vitaux à partir de l'énergie lumineuse des rayons solaires. Les matériaux de ses synthèses, et les aliments énergétiques qu'il brûle pour faire fonctionner la machine humaine lui sont fournis par les divers étages de cette chaîne d'assimilation qui, du corps minéral va à l'herbivore en passant par la plante, chaîne aux dépens de laquelle nous vivons en parasites.

Dans cette « chaîne », notre organisme trouvera les *glucides* (sucres, amidons), aliments énergétiques par excellence, dont certains fruits et certaines plantes, évolués par une culture millénaire, savent accumuler de grandes quantités, et les *lipides* (huile, graisse, beurre), autres aliments énergétiques qui abondent dans la pulpe de certaines graines et dans les tissus de réserve des animaux. Mais, tandis que pour les glucides les plus simples (glucose par exemple), le travail du tube digestif est à peu près nul, l'assimilation de l'amidon demande déjà l'intervention de diastases appropriées, et devant la complexité de la molécule de cellulose (glucide à molécule plus grosse) (1), le tube digestif déclare forfait, n'étant pas armé pour effectuer la dissociation.

Si nous abordons maintenant le chapitre des aliments azotés ou *protides* dont nous avons besoin pour compenser l'usure continue de nos tissus, ces protides nous sont offerts sous la forme de corps extrêmement complexes dont le poids moléculaire, de l'ordre de 40 000 à 60 000, suggère la possibilité d'un nombre pratiquement illimité de combinaisons d'atomes. De fait, ces combinaisons ne se retrouvent jamais identiquement quand on passe non seulement d'une espèce à une autre, mais d'un individu à un autre : le protoplasme d'un être vivant est une substance spécifique. Quand nous absorbons un

aliment azoté, dont le *beefsteak* est le type, le travail de la digestion consistera à démolir les molécules complexes d'un protoplasme étranger et d'en isoler les « pierres » qui serviront à construire les molécules de notre protoplasme. Ces « pierres » sont les acides aminés. Et ici, les aliments d'origine animale (lait, œufs, viande) ont, sur les aliments végétaux, l'avantage de nous fournir tous les acides aminés strictement indispensables et irremplaçables l'un par l'autre, tandis que chaque corps végétal présente un certain nombre de lacunes dans le « menu » qu'il nous offre, ces lacunes ne pouvant être comblées que par la variété des aliments (1).

Contentons-nous d'avoir compris que « digérer » c'est préparer l'assimilation, en démolissant des molécules complexes afin de préparer la construction d'autres molécules du même ordre de complexité, *mais originales*.

Par le choix de ses aliments naturels, la digestion normale trouve, disons-nous, son travail préparé. La digestion de produits de remplacement exigera donc : ou bien un effort nouveau, extraordinaire, du tube digestif ; ou bien que le produit de remplacement soit lui-même le fruit d'une digestion artificielle, préparant le travail naturel de l'organisme.

Comment les Ersatz peuvent transgresser les limites naturelles de la digestion

Esquissons, pour mieux comprendre les conditions auxquelles doivent satisfaire les *Ersatz*, le processus général de la digestion.

Une série de diastases (ferments solubles), sécrétées à tous les niveaux du tube digestif, assure la démolition moléculaire. On rencontre ces diastases spécialisées en quatre étages principaux : le premier, celui des sucs salivaires de la bouche ; le second, celui des sucs gastriques stomacaux ; le troisième, celui des sucs pancréatiques affluant dans le duodénum ; après quoi apparaissent les sucs intestinaux proprement dits. Tel est le tableau de travail, « à la chaîne » pourrait-on dire, du tube digestif.

Prenons un exemple : une datte, une carotte, un raisin sec se présentent à la digestion. Ces végétaux sont constitués d'un emballage de cellulose inassimilable qui renferme, dans chaque cas, le plus assimilable des sucres : un « monosaccharide » (glucose, lévulose ou galactose). Directement assimilable par simple osmose, ce monosaccharide, enrobé de cellulose, n'est cependant touché ni par les sucs de la bouche, ni par ceux de l'estomac. Le duodénum, véritable foyer central de la digestion et, comme tel, surmené par un grand nombre d'opérations difficiles, ne prête pour ainsi dire pas attention, lui non plus, à l'envoi sucré : s'il en retient seulement la moitié, c'est pas un pur travail de moindre effort. C'est seulement au terme de la digestion que, tout à fait libéré de son enveloppe cellulosique, le lévulose du raisin sec passe dans le *chyle*, et, par osmose, directement dans le sang.

Suivons, par contre, le trajet d'un polysaccharide (amidon, maltose, lactose, saccharose et, chez les herbivores, cellulose). Il lui faut subir l'action lente et répétée de diastases appropriées

(1) Voir : « Les molécules géantes », dans *La Science et la Vie*, n° 303 (novembre 1942).

(1) Voir : « Une solution au problème de la viande : l'alimentation végétale rationnelle », dans *La Science et la Vie*, n° 282 (février 1941).

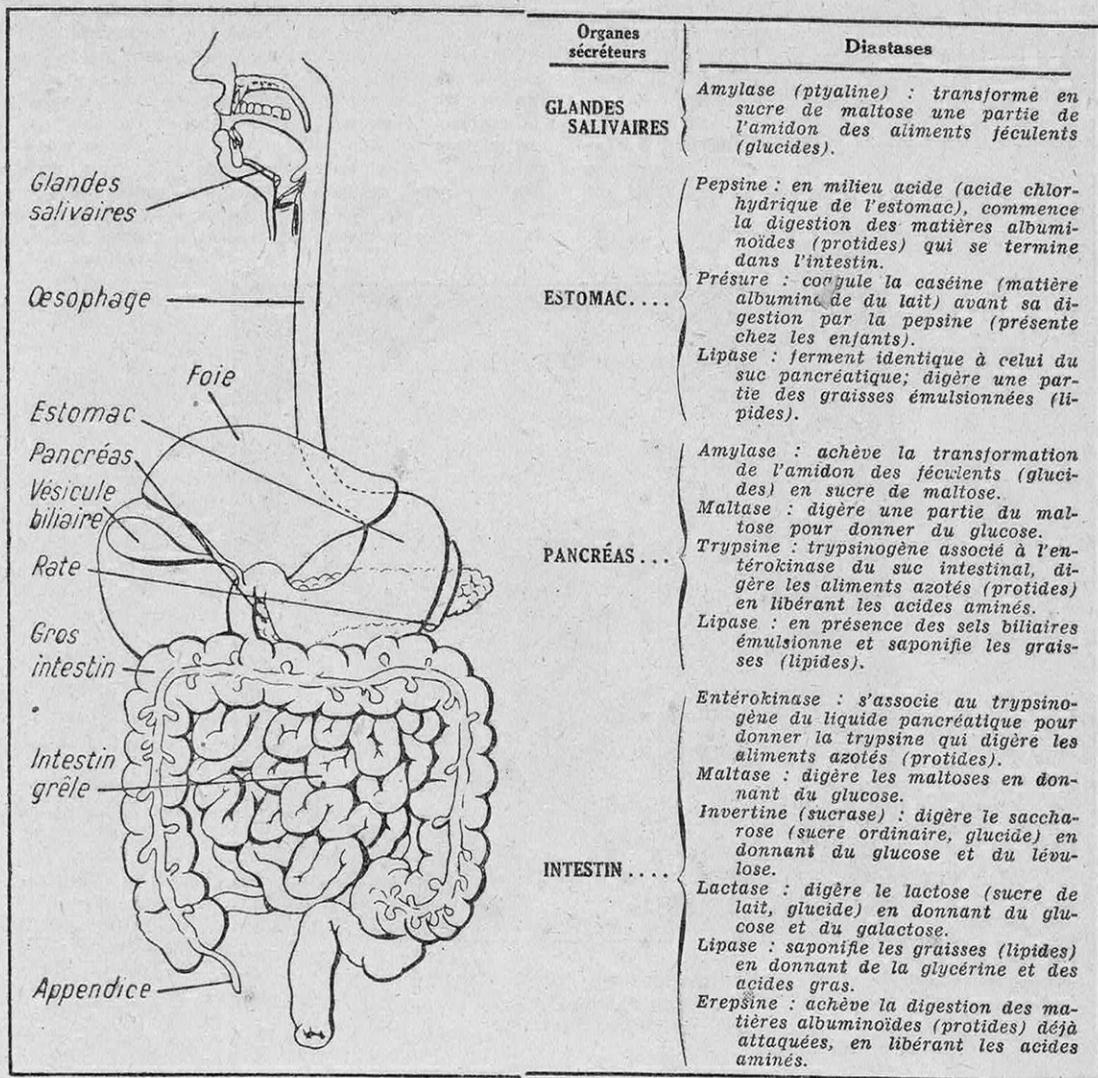


FIG. 1. — LES PRINCIPALES DIASTASES (ENZYMES) SÉCRÉTÉES PAR LE TUBE DIGESTIF HUMAIN ET SES GLANDES ANNEXES ET QUI ASSURENT LA DIGESTION DES TROIS GRANDES CLASSES D'ALIMENTS : GLUCIDES, LIPIDES ET PROTIDES

On sait que les glucides (amidon et sucres) ne sont assimilés qu'après transformation en glucose ou lévulose; les lipides (aliments gras) doivent être émulsionnés (lipase pancréatique et sucs biliaires) et saponifiés (lipase stomacale et intestinale) pour libérer les acides gras; les protides subissent des transformations complexes qui commencent dans l'estomac sous l'action de la pepsine, se poursuivent au contact de la trypsinase du suc pancréatique et de l'érepsine intestinale pour libérer les acides aminés (alanine, leucine, acide aspartique, tryptophane, etc...). En outre, certaines bactéries, telles que le *Bacillus amylobacter*, aident à la digestion en décomposant par exemple une partie de la cellulose des végétaux que les liquides digestifs laissent inattaquée, en donnant de la dextrine et du glucose.

pour devenir assimilable. La longueur de l'intestin des herbivores mesure la complexité du travail poussé ici jusqu'à la digestion cellulosique. Mais celle de l'intestin humain n'est pas de trop pour venir à bout de polysaccharides plus labiles.

Si nous prenions un aliment quaternaire, un protide, nous assisterions à un travail de démolition encore plus « sériel ». La molécule « protide » se fragmente finalement en acides aminés qui commencent à se libérer seulement, à l'état assimilable, dans le duodénum. Mais le travail « d'aminolyse » a commencé dès l'estomac. En sorte que la rupture des « polypeptides » constitue le grand œuvre de la chimie digestive.

Après le duodénum, cornue centrale des actions diastasiques, la section intestinale suivante, le colon, voit considérablement baisser l'action digestive, qui cesse définitivement, après lui, dans l'intestin grêle. Par contre, dans le grêle, la fermentation diastasique se trouve déjà relayée par la fermentation microbienne. Travaillant à la manière (un peu parce qu'elle en fut le modèle) de celle des « fosses aseptiques », la flore microbienne du bas intestin semble vouloir parachever la digestion aux dépens de la cellulose qui est venue y aboutir non digérée, avec 5 pour cent environ d'hydrates de carbone résiduels, encore disponibles à ce niveau. La digestion cellulosique, qui ap-

T W 22776

porte un appoint non négligeable à la nourriture des herbivores, apparaît donc chez l'homme comme une fonction tout à fait résiduelle, fournissant encore (suivant les auteurs) 3 à 8 pour cent de matière assimilable au terme de la digestion.

Ces données succinctes nous permettent à présent de comprendre les voies et moyens utilisés par les inventeurs de produits alimentaires de remplacement.

Les uns pratiquent l'hydrolyse, qui rend digestibles certains corps ternaires jusque-là réfractaires, y compris la cellulose. D'autres provoquent une autolyse, c'est-à-dire l'autodigestion par des diastases plus puissantes que celles du tube digestif humain (c'est le traitement des déchets de pêcheries); d'autres s'adressent aux levures pour opérer les mêmes digestions que réussit l'organisme par ses diastases propres; d'autres essayent d'extraire du végétal des produits assimilables, mais considérés jusqu'ici comme juste bons pour les animaux. Dans tous les cas, on se trouve en présence d'une imitation de la chimie digestive.

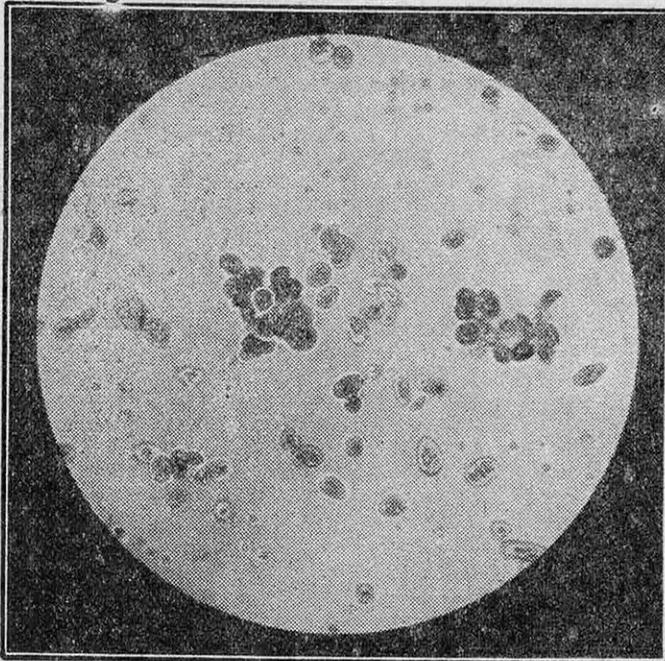


FIG. 2. — MICROPHOTOGRAPHIE D'UNE LEVURE SACCHAROMYCES ELLIPSOIDEUS SE DÉVELOPPANT DANS LES JUS SUCRÉS. GROSSISSEMENT 800. (MICROPHOTOGRAPHIE L.-J. LAPORTE)

T W 22773

plus simple : certain lichen blanc, le pryllum, la gomme adragante, l'agar-agar, certaines pectines sont tolérées, à l'exclusion des gélatinés et des dextrines provenant de matières amy-lacées qui constituent de dangereux bouillons de culture. D'autre part, pour que ces produits demeurent stables, on exige qu'ils aient une certaine teneur acide (vinaigre acétique) suffisante pour empêcher la prolifération micro-bienne. Enfin, on exige qu'ils comportent au moins certains condiments choisis : sel, persil,

moutarde, piment. C'est toujours cela de gagné sur le zéro nutritif absolu de ces « trompe-goût ».

Rendons-leur seulement au passage l'hommage scientifique qu'ils méritent : la théorie de la sécrétion digestive psychique de Pawlow, étant aujourd'hui confirmée pour la bouche et l'estomac, il n'est pas sûr que, l'imagination aidant, de telles préparations bien présentées n'excitent pas la sécrétion des glandes salivaires. Souvenez-vous du chien de Pawlow, qui bave de désir devant un poulet de carton... Excellente préparation à digé-

rer tout ce qui se présentera !

Le contrôle se borne à constater la réussite ou l'échec

On conçoit qu'il appartienne aux médecins d'entériner ou de rejeter l'opération propice.

Ne nous attardons pas sur ce point, capital mais peu intéressant en soi, du contrôle. Il met en balance les nécessités alimentaires fondamentales, le bilan des « calories », la teneur en « vitamines », en « diastases », en « azote assimilable », en « sels minéraux ». Les contrôleurs se bornent, d'ailleurs, à accorder ou à refuser la licence commerciale au produit examiné, sans insister sur les motifs de leur jugement, car un fraudeur adroit pourrait, s'il connaissait les méthodes d'analyse utilisées par les experts, les rendre concluantes par des moyens peu recommandables, n'ayant rien à voir avec « la chimie digestive », et n'ajoutant rien à la valeur alimentaire du produit étudié.

L'on a pu néanmoins mettre bon ordre à la diffusion de ces assaisonnements d'aspect « oléagineux » destinés à donner l'illusion de manger une vraie salade. Il s'agit là de mucilages d'origine végétale, dissous dans l'eau la

La récupération des déchets et « l'autolyse » des poissons non comestibles

Beaucoup plus intéressants pour nous que les opérations de contrôle, sont les encouragements offerts aux chercheurs par les laboratoires du Ravitaillement et les recherches de leur propre initiative.

Jusqu'ici, 150 000 litres de sang se perdaient tous les mois dans les abattoirs. Maintenant, on les récupère, on les traite, on en fait des extraits comestibles.

De plus, les viandes reconnues malsaines par les vétérinaires étaient sacrifiées; on procède désormais en France, à leur égard, comme on fait à l'étranger, où ces viandes sont assainies à l'autoclave : ce qui donne des bouillons parfaitement comestibles, sans parler des conserves de viande cuite.

Chacun a peut-être goûté, en tout cas entendu vanter, le fameux nuoc-mam, ce condiment que les Indochinois fabriquent avec du poisson non autrement comestible. Il s'agit de poisson « fermenté ». Putréfaction? Pas du tout! Autolyse... Les viscères du poisson con-

tiennent de puissantes *diastases* qui digèrent la chair de l'animal une fois mort. Poussez l'opération non seulement sur les déchets des grandes pêcheries du littoral atlantique, mais encore sur des poissons que l'on rejetait jusqu'à présent à la mer comme n'étant pas comestibles, et vous voilà en possession d'une industrie alimentaire qui, pour ne rien inventer, apporte à l'estomac humain exactement ce qu'il demande, plus exactement ce qu'il fabrique lui-même à partir des *peptides* de sa nourriture normale; soit, comme il vient d'être dit, des « acides aminés ».

avec du pâté à base de « céphalopodes » les mêmes satisfactions que leur procurent d'ordinaire les tripes à la mode de Caen?

Que s'est-il passé dans les opérations de ce traitement? Les chairs « non comestibles » étaient réputées telles, avec raison, par suite de la difficulté qu'éprouvaient les diastases naturelles du tube digestif à rompre les *protides* qui les constituent. Mais l'action préalable d'autres diastases a commencé et, parfois, poussé très loin cette rupture moléculaire en acides aminés. Ce qui n'était pas digestible l'est devenu.

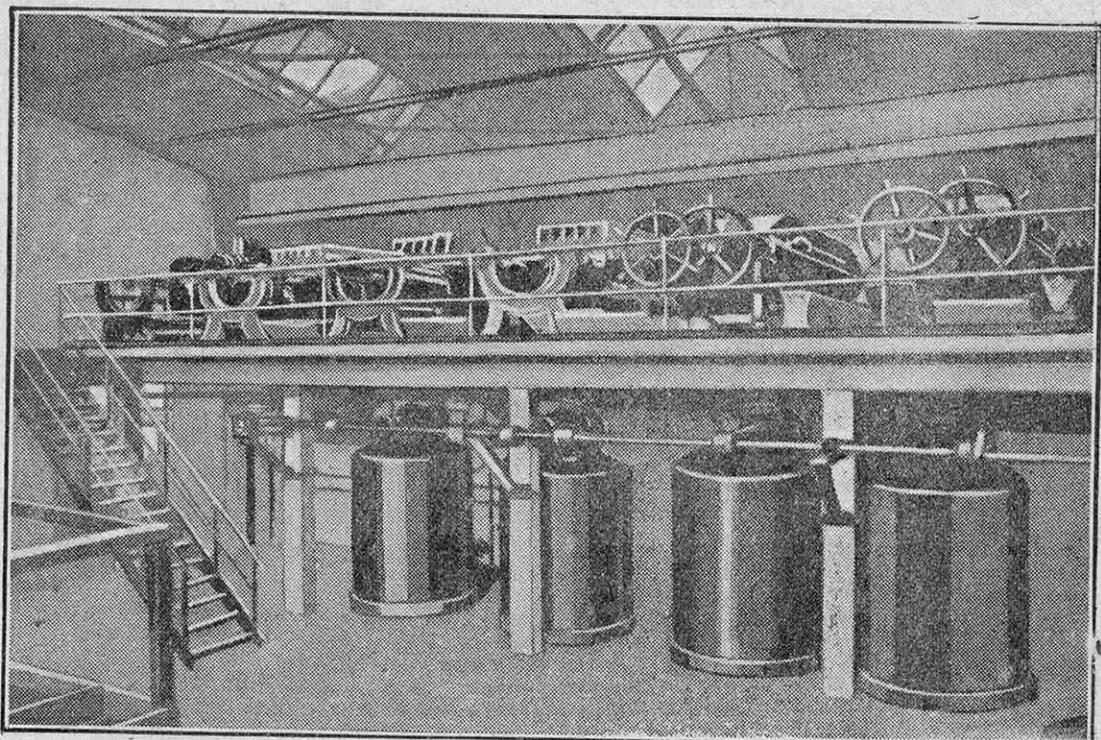


FIG. 3. — LE FILTRAGE A LA PRESSE DES CRISTAUX DE SUCRE FABRIQUÉS PAR LE PROCÉDÉ BERGIUS A PARTIR DU BOIS T W 22775

Toute la gamme de ces acides y compris les plus « nobles » (cystine, lysine, tryptophane...) se trouve présente à la fin de l'opération. Bien conduite et même *dirigée* dans tel ou tel sens, celle-ci fournit tantôt un goût bien prononcé de bouillon, et tantôt un goût de fromage. Et la ration en équivaut à un bon beefsteak sans que le goût du consommateur y trouve un mécompte.

Une usine de traitement fonctionne à La Rochelle, sous la direction du Dr Percheron, tandis qu'un autre spécialiste, le Dr Richard, s'est embarqué pour Dakar où certains poissons, atteignant 1,5 m, vont se trouver bien étonnés d'être recherchés, puisqu'on leur laissait jusqu'ici liberté de pulluler comme étant trop coriaces. On les obligera à se digérer eux-mêmes. Tirer de cette matière première 16 pour cent d'*extrait sec* dont 6,40 pour cent d'azote totalement assimilable, voilà qui restera probablement, même après le retour des vaches grasses, une technique courante.

Qu'importe à votre palais et à votre estomac s'ils éprouvent, toute digestion accomplie,

La culture des levures aboutit à l'aliment complet

L'action des levures sur des matières végétales non comestibles, ou difficilement digestibles, n'est pas moins intéressante.

Les levures doivent leur activité, elles aussi, aux diastases qu'elles sécrètent; de plus, leur propre corps comporte une grande teneur d'azote assimilable. Les *levures de brasserie*, cultivées sur céréales non panifiables, drainent les vitamines B₁ des graines. Or, on sait aujourd'hui que la vitamine B₁ joue un rôle capital dans le métabolisme des glucides. Ainsi, la culture des levures de brasserie atteint un double but : par leurs corps azotés, elles constituent un *aliment quaternaire*, et par leur fixation de la vitamine B₁, elles représentent un *facteur d'assimilation*.

On cultive également les levures sur mélasses. Mais la technique devient ici plus malaisée à cause de la grande différence du délai dont on dispose pour la conservation des fer-

ments : huit à dix jours pour les levures sur céréales; quarante-huit heures pour les secondes.

Cultivées en quantités industrielles, les levures peuvent être pressées en pains, mais la vitamine B₁ y figure alors à l'état moins concentré, puisque la mélasse en contient moins que les céréales.

Il reste à rendre les levures assimilables.

Ces microorganismes monocellulaires sont protégés, comme toute cellule végétale, par une membrane de cellulose, qu'il faut rompre; car, ici encore, le suc gastrique humain est impuissant. A aucun niveau, notre tube digestif ne contient de diastases adéquates à cette « lyse » que les estomacs du ruminant réussissent partiellement au prix d'un remâchage sans fin.

	RATION ALIMENTAIRE		RETROUVÉ DANS LES EXCRÉTA	
	Pain blanc	Pain entier	Pain blanc	Pain entier
Quantité.....	465,4 g	478 g	18,3 g	44,1 g
Contenance :				
azote.....	8,7 g	9,65 g	1,07 g	2,04 g
cellulose....	5,8 g	7 g	1,27 g	6,9 g
calories.....	1 825 cal	1 830 cal	82 cal	204 cal

TABLEAU I. — VALEURS ALIMENTAIRES COMPARÉES DU PAIN FAIT AVEC DE LA FARINE BLANCHE ET DU PAIN FAIT AVEC DU GRAIN ENTIER

On voit que l'azote apporté en supplément pour le pain entier n'a pas été utilisé. Le bilan énergétique du pain entier n'est pas meilleur. Il ne dépasse pas 88,5 % contre 95,5 % pour le pain blanc aont l'utilisation, à de multiples égards, apparaît ainsi meilleure que celle du pain entier. (D'après Rübner et Ambel.)

La rupture de la membrane cellulosique s'obtient par deux procédés assez différents : le premier, l'hydrolyse, consiste dans un traitement à l'acide chlorhydrique dilué; le second dans une autolyse délicate à conduire.

Il reste encore à vaincre une difficulté. Les diastases sécrétées par les levures pour leur travail nutritif personnel ne sont pas d'égale valeur pour l'homme. Elles développent dans son intestin des fermentations bonnes ou mauvaises. Les diastases de levures qui assurent la panification sont excellentes; celles qui (telle la *zymase*) transforment le glucose en alcool peuvent paraître encore excellentes à un brasseur mais non pas à l'intestin qui réclame du glucose, non de l'alcool; surtout quand il est fabriqué par fermentation locale.

Conclusion : il faut, avant de les livrer à la consommation, stabiliser les bonnes diastases et neutraliser les mauvaises.

Avec les levures ainsi traitées on peut finalement obtenir des « bouillons » qui imitent assez bien les consommés de viande. Mais la cuisine d'une telle « chimie » doit être méticuleuse : ne pas utiliser de bassines de cuivre, puisqu'il existe de l'acide chlorhydrique dans le traitement. Et l'acide chlorhydrique lui-même doit être absolument pur; toute trace d'arsenic serait néfaste. On mesure ici toute l'importance du contrôle.

Si les levures ainsi transformées sont appliquées à un « support » d'hydrate de carbone (céréale ou légumineuse) on obtient de la sorte un aliment complet constitué par : des matières azotées, des hydrates de carbone, et la vitamine B₁ nécessaire à leur assimilation.

La « viande de bois », plat un peu surfait mais aliment d'avenir

Les résultats obtenus par la culture des levures en Allemagne sont d'ores et déjà remarquables.

En cultivant la « *thorula utilis* », le professeur Bergius (déjà célèbre par ses travaux sur l'essence synthétique) a réussi à faire passer dans le circuit alimentaire le vulgaire bois de sapin. Il commence par hydrolyser ce bois, ce qui transforme sa cellulose en « sucre ». Et c'est là un succédané fort intéressant des céréales, comme terrain de culture des levures. L'opération Bergius dépasse de loin le travail

digestif des ruminants, dont aucun ne va jusqu'à brouter du sapin. Un seul inconvénient, mais qui est grave : la vitamine B₁ reste absente de l'opération. Et nous avons vu quelle était son importance pour la digestion du produit. Il faudra « l'importer » de l'étranger.

Le procédé allemand, encore aux essais, est naturellement tenu secret.

Mais en France, le professeur Tanon a pu obtenir déjà d'in-

teressants résultats dans la même voie, avec la même levure « *thorula utilis* ».

En Angleterre, un produit analogue circulerait déjà sous le nom de « Marmite » ou « viande de bois ».

Hâtons-nous d'ajouter que, même avec la présence de la vitamine B₁, c'est-à-dire cultivées sur céréales, les levures ne peuvent suffire à l'alimentation humaine. Elles manquent finalement des acides aminés les plus nobles déjà signalés (cystine, lysine, tryptophane), dont le rôle est décisif aux divers étages de la chimie digestive humaine.

Il est vrai que les plus récentes études montrent la possibilité de doter les levures de semblables acides en « poussant » leur nutrition azotée.

On en revient donc toujours, qu'il s'agisse des levures ou de l'homme lui-même, à une question de nourriture, ce qui déplace seulement le problème au lieu de le résoudre.

La révision de l'ancien bilan alimentaire : l'utilisation des restes

Tant et si bien qu'après avoir momentanément épuisé l'effort d'invention, l'on en revient à la méthode de tous les pauvres ménages : utiliser les restes et, mieux encore, reviser l'emploi des matières premières dont ils dérivent.

Il en est ainsi du pain et des tourteaux. Les tourteaux de soja et d'arachide contiennent de 40 à 50 pour cent de matières azotées. Si on veut bien dépoussiérer et nettoyer préalablement avec soin l'arachide, avant sa mise sous presse à l'huilerie, le tourteau recueilli

devient un produit alimentaire au même titre que l'huile. On en fait de succulents biscuits; supérieurs si l'on y adjoint un peu de caséine. Pourquoi donc donner ces tourteaux en pâture aux animaux ?

Mais les animaux doivent manger ! D'accord ! Il s'agit seulement de savoir si, eux aussi, n'ont pas droit aux Ersatz. Des travaux, déjà anciens, du professeur Lapicque ont démontré que certaines algues marines peuvent être dirigées sur l'alimentation des chevaux et que ceux-ci, l'accoutumance aidant, acceptaient, poids pour poids, avec le même rendement de travail, ce produit de remplacement de l'avoine. Les algues dont il s'agit sont, du reste, extrêmement variées.

On devrait généraliser également la méthode aujourd'hui bien connue du professeur Leroy, de l'Institut Agronomique, consistant à broyer jusqu'à l'état de farine des légumineuses fourragères (luzerne). L'azote contenu dans les fibres celluloseuses, libéré, devient plus assimilable; le rendement nutritif est accru de manière très sensible.

Pain complet ou pain blanc

Et voici revenue, concernant l'homme à son tour, l'inépuisable question du pain.

Est-ce un tel bénéfice nutritif que de consommer des farines blutées au-dessus de 75 pour cent? La Faculté fait observer que le son (cellulose) en excès provoque une accélération des contractions péristaltiques de l'estomac. Le tractus digestif va mécaniquement trop vite, pour les opérations chimiques qui doivent le desservir. Résultat : le transit, trop rapide, apporte jusqu'au niveau des excréments de l'amidon non digéré. On a gaspillé des glucides.

Physiologiquement, un régime cellulosique à l'excès entraîne une déperdition d'azote.

Enfin, le son contient une foule de bactéries et de microbes qui développent des fermentations secondaires, au cours de la fabrication du pain : fermentations nuisibles à la qualité du pain lui-même et, ensuite, à sa digestion.

Tout compte fait, on aurait intérêt à fabriquer, pour la même quantité de blé dépensé,

un pain dont la farine serait pure de son, quitte à l'additionner de farines de betterave ou de pomme de terre et de vitamine B₁.

Ici intervient du reste une bien curieuse interaction entre la technique meunière et la technique boulangère. Si on entreprend la mouture rationnelle du blé, qui n'est pas son écrasement brutal, il faut progresser par attaques successives du « sillon » de la graine et puis par l'extraction des grains d'amidon, pour arriver à l'écorce que l'on gratte doucement, de manière à rejeter le son intact. Les machines modernes accomplissent ce décorticage savant. Mais à une condition, c'est de ne pas leur demander un rendement en farine supérieur à 75 pour cent. Si on désire de la farine à 85, ou 90, ou 95 pour cent, il faut écraser le blé.

Le problème est donc parfaitement clair : pour le bénéfice illusoire de fabriquer quantitativement, faut-il sacrifier le rendement nutritif? Ou n'est-il pas préférable d'offrir à l'organisme un pain qui le nourrirait mieux, tandis que la cellulose du son irait à des destinées plus rationnelles, l'alimentation des vaches laitières, par exemple?

Du reste, dans la technique meunière rationnelle, le son éliminé sans brisure peut être repris — par des outillages spéciaux, il est vrai (procédé Perret). Il fournit alors un supplément de 5 à 6 pour cent d'une farine bise parfaitement assimilable.

La fin des légumes de conserve, l'avènement du légume déshydraté

Une étude très poussée par les laboratoires du Ravitaillement est celle de la conservation des légumes par déshydratation. Et ceci demeurera certainement une technique d'avenir.

On en est resté, pour la conservation des légumes à la technique plus ou moins perfectionnée du chevalier Appert : on enferme le haricot, le petit pois, dans une boîte de fer-blanc étanche où le baigne un bouillon aseptisé par ébullition. Et cela occasionne un tel prix de revient que, seuls, les légumes de luxe peuvent le supporter. Or, quel avantage y a-t-il à conserver suivant cette méthode humide?

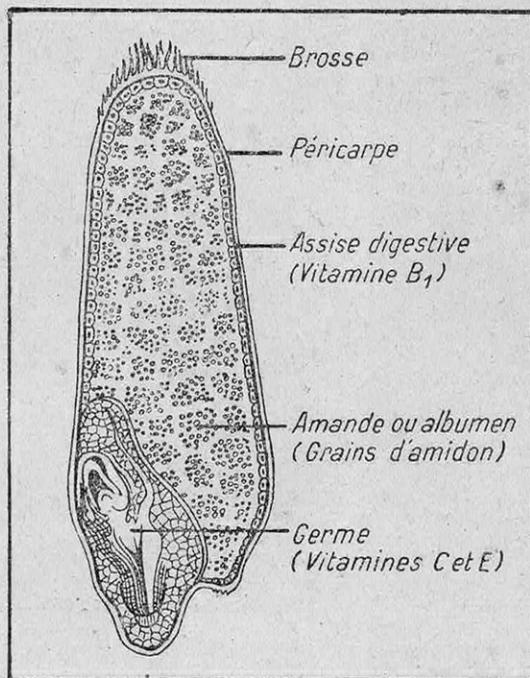
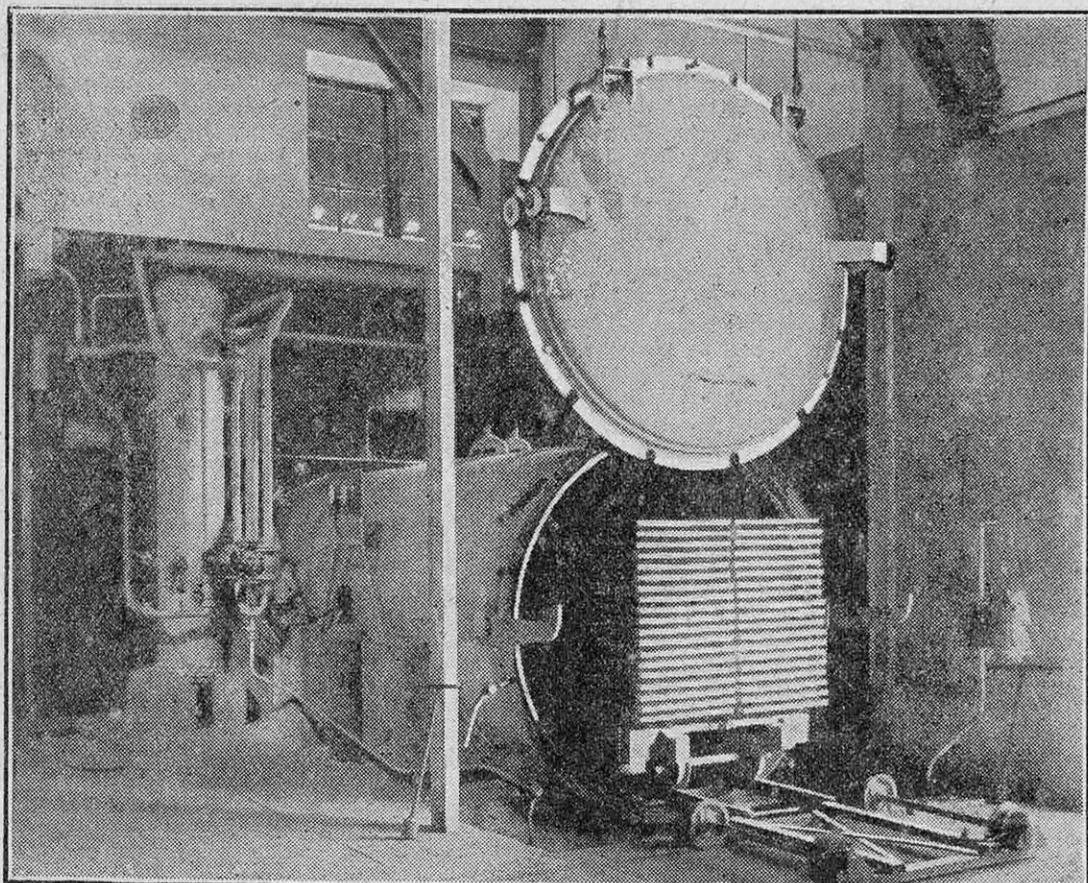


FIG. 4. — COUPE D'UNE GRAINE DE CÉRÉALE

On y distingue quatre parties principales : le péricarpe, composé principalement de cellulose, une seconde enveloppe dont les cellules contiennent des matières grasses et des matières albuminoïdes; l'albumen, ou amande farineuse, dont les cellules renferment les grains d'amidon; enfin, le germe. La farine blanche ne provient que de l'albumen et est presque totalement dépourvue de vitamine B₁, indispensable à l'assimilation des hydrates de carbone (amidon, sucres, etc.) et que l'on trouve dans l'enveloppe (assise digestive) et le germe. Le pain complet semble donc de ce point de vue supérieur au pain blanc; mais outre que la conservation de la farine complète est difficile, l'absorption du son en même temps que de l'amande nuit à la digestion et à l'utilisation globale des éléments de la graine par l'organisme humain. C'est pourquoi on a préconisé l'addition à la farine blanche de vitamine B₁ pure, cristallisée (aneurine), comme cela se pratique d'ailleurs dans certaines meuneries de Suisse et des Etats-Unis. (D'après L.-M. Sandoz.)

T W 22774



T W 22777

FIG. 5. — UN CUISEUR-BLANCHISSEUR POUR LE TRAITEMENT DES LÉGUMES DANS UNE USINE DE FABRICATION DE LÉGUMES DÉSHYDRATÉS (ET. BARBIER ET DAUPHIN)

Les vitamines ne sont pas assurées d'être sauvées pour peu qu'on pousse la stérilisation. Et l'on ajoute de l'eau; alors que tout pousse à enlever l'eau constitutive des légumes.

La déshydratation est appliquée depuis quelques années en Suisse, en Allemagne, en Hollande. Notre ligne Maginot en avait fait la base de ses réserves en cas de siège.

Les pommes de terre, les carottes, les navets, les épinards, les poireaux, tous légumes qui n'ont rien des luxueux petits pois « fins » ou « demi-fins », se trouvent ainsi allégés de 90 pour cent de leur eau constitutive. Traités dès la récolte, ils sont à l'abri des gelées désastreuses qui, l'hiver dernier, ont gâché des légumes par centaines de tonnes. De plus, comme le nettoyage et l'épluchage par machines abrasives évitent tout gaspillage, on calcule que le traitement en question équivaut à une récupération d'environ 30 pour cent relativement à la masse totale actuellement utilisée par les ménagères. En outre, le poids transporté est divisé par 10. La manutention, le stockage, l'emballage, la distribution se trouvent simplifiés. La préparation culinaire ne l'est pas moins. A tel point qu'on étudie en ce moment la réalisation de cette chose étonnante : une purée de pommes de terre obtenue en un tournemain, simplement avec un peu d'eau chaude, comme on fait son chocolat du matin avec une « cartouche ».

Quels inconvénients ? Aucun. Les vitamines se trouvent sauvegardées. Mieux : les diastases

nuisibles, oxydantes, sont détruites par un blanchiment préalable de deux minutes sous vapeur. L'opération, effectuée sur le légume déjà coupé en fines lamelles, assure, par rupture du réseau intérieur, une déshydratation parfaite quand, dans l'appareil approprié, il sera soumis à une ventilation *chaude* rigoureusement contrôlée, ne dépassant en aucun cas 80° C, ce qui préserve toutes les vitamines. On refroidit progressivement, afin d'éviter le fendillement des lamelles ou des feuilles. Et l'on s'arrange pour conserver une teneur d'eau égale à 8 ou 9 pour cent — qui est le taux *d'eau physiologique* vectrice des sels minéraux et des vitamines.

Il est inutile d'entrer dans d'autres détails pour apercevoir le double sens des travaux rationnels sur les Ersatz alimentaires.

D'une part on contrôle non seulement la fraude commerciale, mais l'insuffisance des produits qui ne répondaient pas à la condition majeure d'une prédigestion s'accordant au processus de la digestion normale.

D'autre part le malheur des temps oblige à réviser le gaspillage des denrées de tous ordres, depuis les plus nobles jusqu'à la cellulosique ligneuse des forêts; depuis les viscères de poissons, aux diastases puissantes, jusqu'aux humbles levures dont on n'attendait pas qu'elles devinssent un aliment après avoir, des siècles durant, fait lever notre pain et fermenter **notre vin**.

Jean LABADIÉ.

CINQ ANNÉES DE GUERRE SINO-JAPONAISE

par Pierre BELLÉ ROCHE

Seuls parmi les pays non évolués, la Chine et le Japon ont échappé, à la fin du dix-neuvième siècle, à la colonisation européenne, la première grâce à la rivalité des prétendants et à l'immensité de son territoire que le manque de routes rend impénétrable, le second en assimilant rapidement la civilisation occidentale. Devenu lui-même surindustrialisé et surpeuplé, le Japon a profité de ce qu'il est seul à pied d'œuvre pour entreprendre la conquête de la Chine. Commencée en 1937, la guerre de Chine dure encore, sans qu'on puisse en apercevoir la fin. Le 7 décembre 1941, avec l'attaque de Pearl Harbor, elle s'est étendue à tout le Pacifique et, quelques mois plus tard, elle a atteint, à travers la Birmanie, les frontières de l'Inde. Le conflit sino-japonais s'intègre aujourd'hui dans le gigantesque conflit qui oppose les grandes puissances occidentales, non seulement parce qu'il immobilise des forces en hommes et qu'il absorbe des ressources en matériel qui font défaut sur d'autres théâtres d'opérations, mais surtout parce que la Chine apparaît de plus en plus, à côté de l'Inde, comme un des principaux objectifs de la stratégie mondiale.

LE 7 juillet 1942, la guerre sino-japonaise est entrée dans sa sixième année, puisque c'est le 7 juillet 1937 que les hostilités furent ouvertes entre les forces du Mikado et celles de Tchang-Kai-Tchek, à propos d'un incident de frontière survenu dans les faubourgs de Pékin. Il faut rappeler que la progression japonaise dans l'Empire chinois remonte à 1931, par la domination du Mandchouko, suivie en 1933 de la conquête du Jehol et en 1935 de celle du Tchahar. Deux années d'armistice suivirent, jusqu'en 1937, année qui marque le début de la campagne de Chine proprement dite.

Cinq ans : six phases

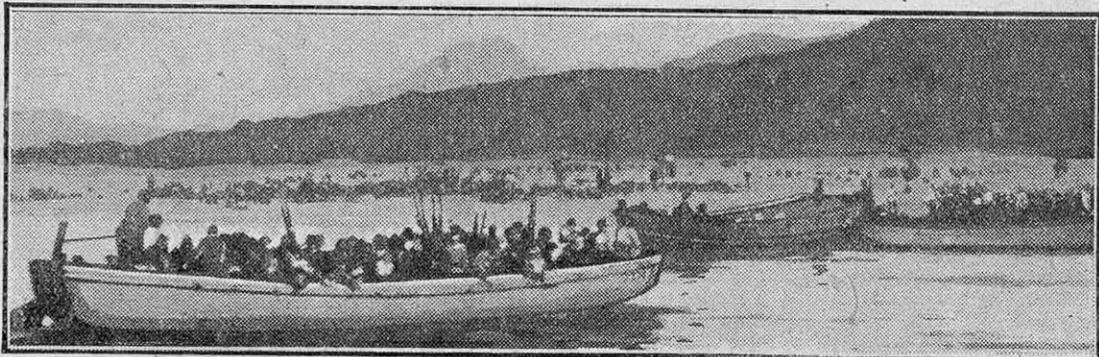
En cinq années de guerre de Chine, de 1937 à 1942, on peut distinguer six phases :

— La première phase va du 7 juillet au 14 décembre 1937 ; elle comporte la prise de Chang-hai (14 octobre 1937) et s'achève par celle de Nankin (13 décembre) alors capitale de Tchang-Kai-Tchek.

— Avec la seconde phase, du 13 décembre 1937 au 12 octobre 1938, la progression nippone se développe largement sur le Fleuve Jaune (Hoang-Ho), dans le Chantoung et entre Nankin et Tien-Tsin, mais elle rencontre une forte résistance sur le Fleuve Bleu (Yang-tse-Kiang).

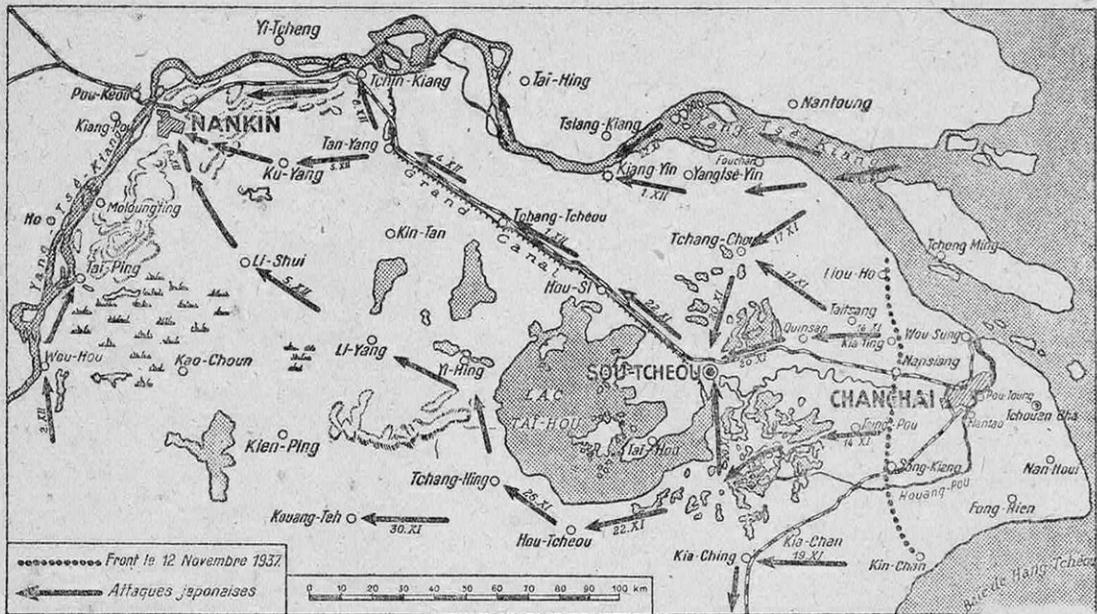
— La troisième phase, qui débute le 12 octobre 1938, est celle des débarquements japonais sur la côte sud de Chine. C'est la phase maritime, marquée par la prise de Canton (21 octobre 1938) qui entraîne, synchroniquement, celle de Han-Kéou, cinq jours après. L'important port de Swatow est occupé le 21 juin 1939, et les ports de Fou-Tchéou, Ouen-Tchéou et Ningpo serrés de près à partir d'août.

— La quatrième phase correspond à la consolidation du blocus de la Chine et en même temps à l'organisation du ravitaillement de Tchang-Kai-Tchek par la route de Birmanie ; cette période a débuté en septembre 1940 par l'occupation du Tonkin ; elle prend fin avec l'entrée du Japon dans la guerre mondiale, le 7 décembre 1941.



T W 22772

FIG. 1. — TROUPES JAPONAISES DÉBARQUANT PAR SURPRISE AUX ENVIRONS DE CANTON EN OCTOBRE 1938



T W 22769

FIG. 2. — LA STRATÉGIE JAPONAISE DANS LA CAMPAGNE DE CHANGHAI ET DE NANKIN EN 1937

Le 14 août 1937, les fusiliers-marins débarquent à Woo-Sung, à l'embouchure du Houang-Pou, et attaquent la ville par le nord. Leur progression fait tache d'huile, mais reste lente jusqu'en octobre. Un nouveau débarquement massif a lieu à ce moment, au sud de Changhaï, dans la baie de Hang-Tchéou : la ville est prise en tenaille. Le 9 novembre 1937, l'aérodrome de Houng-Jao est conquis. Changhaï tombe cinq jours après. Dès lors, c'est la marche vers Yang-Tsé, par trois directions : l'une sur Tchou-Kiang, au nord, en suivant la voie ferrée, les deux autres par le sud. Nankin est occupé le 13 décembre 1937, non sans que la canonnière américaine Panay, mouillée sur le fleuve, n'ait été coulée par les avions nippons. La campagne de Changhaï et de Nankin n'a duré que quatre mois.

— La cinquième phase, qui commence le 7 décembre 1941, est celle de la guerre éclair amphibie qui, outre la conquête de l'Insulinde et de la Malaisie, aboutit, le 1^{er} mai 1942, à la prise de Lashio et de Mandalay, c'est-à-dire à la fermeture de la route de Birmanie (1).

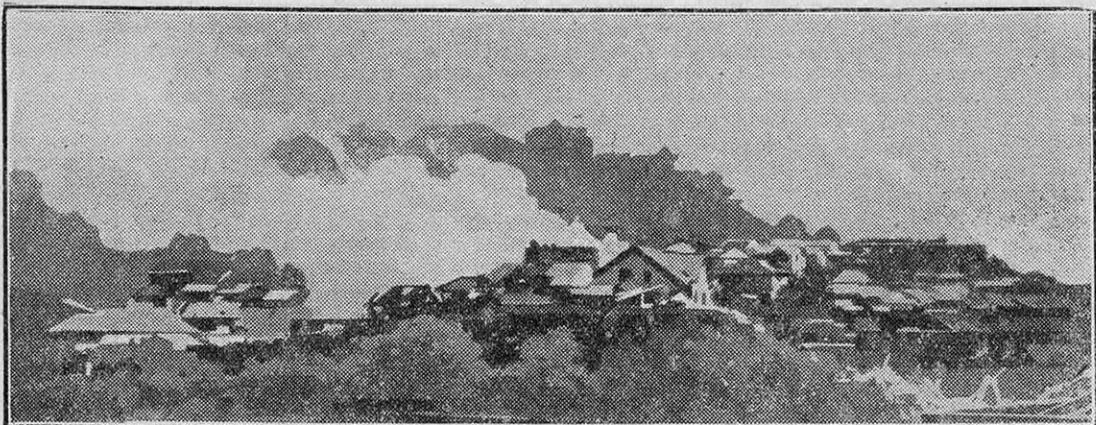
— Le 15 mai 1942, c'est une sixième phase qui s'est ouverte avec la campagne de Tché-

(1) Voir : « Six mois de guerre dans le Pacifique », dans *La Science et la Vie*, juillet 1942.

Kiang que les Japonais arrêtent d'eux-mêmes le 19 août 1942.

Le contrôle des voies de communications chinoises

Dans un pays géographiquement aussi massif que la Chine, la guerre se livre autour des grandes artères de communications : les deux grands fleuves, Fleuve Jaune et Fleuve Bleu, la grande ligne ferroviaire transchinoise Pékin-Han-Kéou-



T W 22769

FIG. 3. — UN BOMBARDEMENT DE TCHOUNG-KING PAR LES AVIONS JAPONAIS

La capitale de Tchong-Kai-Chek peut revendiquer le triste privilège d'être une des villes les plus bombardées du monde. Heureusement pour sa population, elle dispose de vastes abris souterrains où l'on s'entasse en cas d'alerte.

Canton et ses embranchements transversaux, dont les principaux sont celui qui relie Tché-Kiang au Kiang-Si (ligne de Hang-Tchéou à Nan-Chang et Tchang-Cha). Au sud-ouest, les seules voies d'accès sont le chemin de fer du Yun-nan et la route de Birmanie où circula, à partir de 1939-1940, un trafic automobile intense.

La progression japonaise sur le Fleuve Jaune (Hoang-Ho) avait atteint le coude du fleuve à Pou-Tchéou dès le printemps 1938.

La progression le long du Fleuve Bleu, commencée à Changhaï en 1937, s'est arrêtée à Itchang depuis le printemps 1940. Cette ville fut, par la suite, prise, perdue et reprise plusieurs fois par les Chinois.

La voie ferrée Pékin-Han-Kéou-Canton n'a pu encore, en plus de cinq années de guerre, être entièrement occupée. Pourtant le tronçon nord de Pékin à Kai-Feng l'avait été dès la première année de la campagne. La prise de Canton, le 21 octobre 1938, permit de tenir son extrémité sud; et l'occupation de Han-Kéou, le 26 octobre de la même année, d'atteindre un tronçon central autour de Han-Kéou, mais l'embranchement de Tchang-Cha est resté aux Chinois. Le tronçon Kai-Feng-Han-Kéou ne fut coupé à Tsin-Yang que le 5 août 1942. Dans le sud, le tronçon Tchang-Cha-Canton est resté entre les mains chinoises.

La fermeture de la route de Birmanie (avril 1942)

De 1940 à 1942, le long du chemin de fer du Yun-Nan, l'avance japonaise n'avait guère dépassé la frontière du Tonkin. La route de Birmanie paraissait hors d'atteinte. C'est alors que par une offensive hardie qui, *stratégiquement*, contourna Singapour, les forces nippones réussirent à la couper. On sait que le groupe d'armées japonaises du Sud du général Yamashita conquiert d'abord la Malaisie et Singapour, le 15 février 1942. De là, l'effort se porta sur Rangoon, que l'aviation japonaise bombardait depuis la fin de décembre 1941 et qui fut occupé le 8 mars 1942. Remontant les étroites vallées



FIG. 4. — LES PRINCIPALES ÉTAPES DE LA PÉNÉTRATION JAPONAISE EN CHINE DE 1937 A 1941

Commencée le 7 juillet, l'avance japonaise a été marquée par la prise de Changhaï (18 août 1937), de Nankin (13 décembre 1937), de Pou-Tchéou au printemps 1938, de Canton le 21 octobre 1938 et de Hankéou quelques jours après. Itchang fut atteint au printemps 1940, pris et repris plusieurs fois en 1941. On a marqué sur la carte avec leur date les divers débarquements effectués par les Japonais sur la côte sud de la Chine durant l'année 1941. Ils donnèrent lieu à des contre-attaques chinoises et les villes de Tai-Tchéou, de Ouen-Tchéou et de Fou-Tchéou retombèrent aux mains des Chinois dans le courant de la même année.

du Sittang et de l'Irraouady, les troupes du général Iida prirent alors comme objectif Mandalay, point de départ de la fameuse route.

Voyant le danger, les troupes chinoises accoururent en Birmanie et, du 24 mars au 2 avril 1942, livrent la bataille acharnée de Toungoo. La marine nipponne arrive à la rescousse; du 5 au 9 avril, elle balaie la route côtière du golfe de Bengale, de Ceylan à Calcutta, par où les renforts parviennent au front birman. Le 30 avril 1942, Lashio fut atteint et Mandalay le 2 mai, tandis que le port de Chittagong fut pris le 11 mai. Le 22 mai 1942, les troupes nipponnes s'arrêtaient à King-Toung dans le Yunnan.

La route du Turkestan et la route de l'Assam

Avant 1937, la principale voie d'accès en Chine était le cours inférieur du Fleuve Bleu et le port de Changhaï : 51 % des importations chinoises passaient par ce port. Les autres centres des échanges étaient Canton et les ports du Sud. A la fin de 1938, les ports chinois étaient



FIG. 5. — LES LIMITES DE LA PÉNÉTRATION JAPONAISE EN ASIE AU DÉBUT DE JUIN 1942

L'immensité et la compacité du théâtre d'opérations chinois et le manque presque absolu de voies de pénétration font que la guerre de Chine est surtout une guerre pour et le long des voies de communications. L'armature principale de la pénétration japonaise (partie hachurée) est constituée par les voies ferrées et les fleuves : Fleuve Jaune jusque vers son coude de Pou-Tchéou, Fleuve Bleu jusqu'à I-tchang, lac Poyang, jusqu'à Nan-Chang, et la rivière Fou-Tchoum de Hang-Tchéou vers Tchou-Sien. Entre ces artères subsistent des zones de guérillas (hachures verticales). Les voies ferrées de la Chine du Nord sont contrôlées par les Japonais, mais les deux lignes de la Chine du Sud, celles de Chang-Cha à Hang-Tchéou, étaient restées jusqu'en 1942 entre les mains chinoises, sauf sur ces dernières, la région de Nan-Tchang. L'invasion japonaise ayant privé la Chine de ses portes naturelles sur le reste du monde, Changhaï et Canton, le ravitaillement des armées de Tchong-King se faisait jusqu'au début de l'année 1942 par la route de Birmanie. La guerre-éclair du Japon lui a permis de couper cette route, puis de l'occuper, prenant ainsi à revers les forces chinoises. Les deux dernières voies disponibles pour le ravitaillement de Tchong-King sont la route de Mongolie et la route de l'Assam. La première est l'ancienne route des caravanes et des invasions mongoles. C'est depuis 1939 une route carrossable aux camions. Du côté russe, elle est doublée par deux voies ferrées jusqu'à Aïna-Ata. Une autre route reste Semipalatinsk à Wusou. La longueur totale du parcours de Tachkent à Tchong-King est de 4 365 km. La route de l'Assam se compose en trois tronçons : le premier, qui est doublé d'une voie ferrée, va de Calcutta ou de Chittagong à Sadiya; le second tronçon, de Sadiya à Patang, n'était jusqu'à cette année qu'une piste de caravanes de chameaux en région montagneuse, mais au climat moins humide que celui de la Birmanie; le dernier tronçon, de Patang à Tcheng-Tou, serait une excellente route carrossable. A partir de 1942, trois millions de coolies chinois auraient travaillé à rendre carrossable le tronçon central en vue d'un trafic intense; ce travail aurait été achevé au cours de l'été 1942.

soit occupés, soit bloqués. D'où l'importance qu'avait prise en 1939 la route de Birmanie et son équipement en vue d'un rendement de 50 000 tonnes par mois.

A la faveur de la guerre européenne, les Japonais avaient obtenu du gouvernement de Londres, en juillet, 1940, la promesse de fermer aux Indes même le trafic de la route de Birmanie à destination de Tchong-King,

mais, en octobre 1940, les Britanniques se ressaisirent et dénoncèrent cet accord. L'épilogue de l'affaire fut la conquête de la Birmanie en deux mois (mars et avril 1942) et la menace sur l'Inde.

En mai 1942, la seule voie d'accès à Tchong-King restait la route de Mongolie ou du Sin-Kiang, dont le point de départ est Tachkent au Turkestan et qui longe le désert de Gobi pour aboutir à la ville de Tcheng-Tou. D'une part, Tokio négocie la neutralité de Moscou, et, d'autre part, les armées japonaises de la Chine du Nord, massées à Pou-Tchéou au coude du Fleuve Jaune, chercheront à couper cette route, en remontant le cours du Wei-Po, en direction de Feng-Siang.

Une autre route possible est celle de l'Assam, par Sadiya et Patang, qui rejoint, à Tcheng-Tou, la route de Mongolie, mais son tronçon central, de Sadiya à Patang, était encore d'un

parcours très difficile en mai 1942. Et d'ailleurs, son point de départ reste les ports anglais des Indes, dont un, Chittagong, est déjà occupé, les autres étant soumis à blocus des sous-marins nippons. Faut-il s'attendre à une reprise de l'offensive nipponne contre les Indes, dès la fin de la mousson de 1942?

La campagne du Tché-Kiang (15 mai 19 août 1942)

Entravé par les pluies de la mousson d'été sur le front du Yun-Nan et du Haut-Mékong, l'effort japonais s'est porté, depuis le 15 mai 1942, à l'autre extrémité du front sud, dans la province orientale du Tchékiang. Dans ces provinces côtières, qui s'étendent de Ning-Po à Hong-Kong, les Chinois avaient réussi à reprendre le port de Fou-Tchéou, en octobre 1941, et à se maintenir dans le port de Ouen-Tchéou. En outre, les Japonais, pourtant maîtres de Nan-Tchang depuis le 29 mars 1939, n'avaient pu, en dépit de leurs efforts, contrôler, sauf à ses deux extrémités, la voie ferrée transversale qui relie Tchang-Cha à Hang-Tchéou. La campagne entreprise le 15 mai 1942 comportait un triple objectif :

— s'assurer sur toute sa longueur de la voie ferrée qui passe par Kin-Oua de manière à isoler complètement les territoires compris entre cette voie ferrée et le Fleuve Bleu;

— occuper les aérodromes du Tché-Kiang, les plus proches du Japon (1 300 kilomètres de Nagasaki);

— opérer la jonction avec les forces débarquées sur la côte sud, pour prendre possession des riches gisements de tungstène du Fou-Kien.

Les aérodromes du Tché-Kiang furent occupés au début de juin et la campagne atteignit son point culminant en juillet 1942, mais elle prit fin le 19 août, à l'initiative japonaise, sans que les principaux objectifs présumés aient été complètement atteints. Les ports eux-mêmes furent pris et repris plusieurs fois : Fou-Chéou, à l'embouchure de la rivière Min, fut réoccupé par les troupes nipponnes le 5 août 1942; celui de Ouen-Tchéou, conquis le 23 juillet 1942, fut repris par les Chinois le 19 août. La lutte reste acharnée dans cette zone, dont la côte dispose de rades qui sont considérées parmi les meilleures de l'Extrême-Orient, et qui pourraient servir d'abri éventuellement aux sous-marins d'une flotte adverse. Un communiqué de Tokio du 4 septembre 1942 admit que la rectification de front entreprise le 19 août 1942 dans le Tché-Kiang était provisoirement terminée.

Un armement pour la guérilla

Il est difficile d'évaluer les effectifs des armées de Tchang-Kaï-Tchek et de préciser leur armement. L'industrie chinoise, qui dispose de charbon et de minerais, réussirait actuellement à fabriquer à peu près la totalité de l'armement léger : armes portatives et grenades, mitrailleuses légères et lourdes, obusiers et canons de campagne, jusqu'au calibre de 75 mm. C'est ce qui explique le caractère de guérilla qu'a pris, depuis deux années, la stratégie défensive de Tchang-Kaï-Tchek. La Chine n'en reste pas moins tributaire de l'industrie américaine pour le matériel lourd : canons et en particulier leurs pneumatiques, les chars et surtout les avions. C'est, au total, le matériel volant qui peut parvenir le mieux aux armées de Tchang-Kaï-Tchek

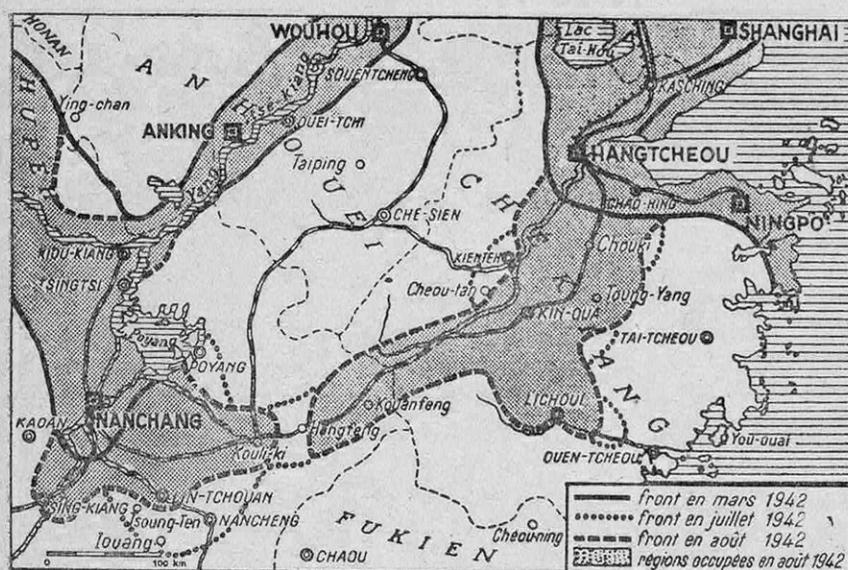


FIG. 6. — LES OPÉRATIONS DANS LE CHÉ-KIANG (15 MAI-15 SEPTEMBRE 1942)

L'offensive japonaise s'est présentée en tenaille, une branche partie de Nan-Chang, capitale du Kiang-Si, pousse vers l'Est par le sud du lac Po-Yang; l'autre branche, partie de Hang-Cheou et de Ning-Po, a progressé vers l'Ouest le long du chemin de fer qui relie Han-Cheou à Nan-Chang par Kin-Houa, capitale du Che-Kiang. Cette ville fut prise le 28 mai 1942. La jonction entre les deux branches de la tenaille faillit se produire à la fin de juin 1942 à Hang-Feng, mais, en juillet, les Chinois parvinrent à desserrer la tenaille : reprise de Nan-Cheng le 19 juillet, de Po-Yang (sur le lac) le 17, de Lin-Chouan le 2 août et de Kouang-Feng le 19 août. Le 19 août 1942, un communiqué nippon annonçait la fin des opérations dans le Che-Kiang et laissait prévoir une rectification du front : de fait, Toung-Yang fut évacué le 5 septembre. Des combats acharnés ont continué jusqu'en octobre autour de Kin-Oua. Les Japonais conservent néanmoins des importants aérodromes de Chouki, occupés depuis le 6 juin 1942 et où avaient atterri les avions américains du raid sur Tokio, le 17 avril 1942.

dont la formule 1942 paraît s'orienter vers une « guerilla aéro-terrestre ».

Les fronts principaux de 1942

En résumé, au cours de l'été 1942, sixième année de la guerre de Chine, le front terrestre dessine à partir du coude du Fleuve Jaune un tracé largement sinueux qui rejoint la côte en certains points pour remonter dans le Yun-nan, jusqu'au Haut-Mékong. Sur cette ligne discontinue, on peut distinguer quatre fronts principaux :

— Le front nord du front du Fleuve Jaune, actuellement fixé devant Toung-Kouan sur la rivière Wei-Po, mais qui cherche à percer en direction de la grande route qui, de Tchoung-Tou, remonte vers la Mongolie méridionale (Sin-Kiang) et le Turkestan.

— Le front du Yang-Tsé-Kiang, lui aussi fixé : devant I-Tchang, mais dont l'objectif immédiat est la ville de Ouan, en direction de Tchoung-King.

— Le front sud-oriental, particulièrement enchevêtré dans les provinces de Tché-Kiang et du Kiang-Si et qui a pris l'aspect d'une énorme presqu'île de résistance chinoise, qu'une tenaille japonaise essaie d'isoler en débouchant de Canton d'une part et en descendant de Chang-Cha d'autre part. Si les armées nippones, qui attaquent du nord et au sud, parvenaient à se rejoindre vers Chan-Tchéou par exemple, les ar-

mées chinoises du front sud-oriental seraient encerclées.

— Le front du Yun-nan, ou sud-occidental, dont une extrémité reste bloquée à la frontière tonkinoise, et dont l'autre extrémité, qui s'allongeait en Birmanie en mars 1942, a été rebroussée sur le Haut-Mékong, depuis mai, par l'offensive japonaise contre la route de Birmanie.

L'extension de la guerre en Chine en 1943

En 1942, la Chine se trouve donc presque complètement isolée de la mer. D'une manière paradoxale, c'est à ce moment que la guerre sino-japonaise risque le plus de déborder au delà de longues routes continentales hâtivement aménagées, dont l'une part des Indes anglaises et l'autre du Turkestan russe. Pour cette dernière, l'accès à la mer est le golfe Persique. Si le rende-

ment du trafic par ces routes s'avérait considérable, nul doute que les forces nippones chercheraient à les couper, par terre ou par mer.

Déjà la possibilité d'une route maritime par le Pacifique nord n'a-t-elle pas été tuée dans l'œuf par l'occupation de Attou, Agattou et de Kiska, aux îles Aléoutiennes, le 7 juin 1942? Mais Attou et Agattou ne furent-ils pas évacués quatre mois plus tard, le 7 octobre 1942?

Aux Indes anglaises, le port de Calcutta et le nœud ferroviaire de Patna, sur la ligne de Bombay, qui alimentent la nouvelle route de l'Assam, ne peuvent manquer d'attirer les regards de l'état-major de Tokio, aussi bien que les progrès de l'offensive allemande au Caucase. En attendant, la campagne de Chine continue, opiniâtement.

Le 18 août 1942, en prenant ses nouvelles fonctions de chef d'état-major des forces expéditionnaires japonaises en Chine, le lieutenant-général Kawabe a fait cette brève déclaration, mais suffisamment éloquente : « Il est superflu de souligner que la solution du problème chinois est indispensable à la victoire de l'Axe... Quand je considère la tâche qui m'est confiée, je me rends compte de la grande responsabilité que j'ai assumée. »

Pierre BELLEROCHÉ

LA COURSE A LA LARGEUR DU CUIRASSE ENTRAVÉE PAR LES ÉCLUSES DE PANAMA ?

par Pierre DUBLANC

HUIT des dix cuirassés coulés, en moins de trois années de guerre 1939-1942, l'ont été par des torpilles sous-marines, lancées par des avions ou par des sous-marins. L'insuffisance du système de protection antisous-marine du bâtiment de ligne de 1939 est donc démontrée.

Son principe est connu : un caisson latéral compartimenté de 5 à 8 mètres de largeur, destiné à absorber les explosions sous-marines au prix d'un envahissement par la mer. La limite de l'envahissement est une cloison interne dite résistante, dont le contour délimite un volume central qui doit rester intact pour conserver au bâtiment avarié une suffisante flottabilité (fig. 1 et 2). Il y a intérêt (1), pour une largeur donnée du maître couple, à accroître la réserve de la flottabilité en la prolongeant le plus possible vers les extrémités du navire, disposition que les ingénieurs navals allemands avaient imaginée dès 1914-1918, et, en outre, à ne pas trop rétrécir transversalement ce volume de flottabilité par des caissons trop larges, empiétant trop profondément dans l'intérieur de la carène.

La largeur du caisson latéral correspond aux puissances explosives des torpilles actuelles (200 kg environ). Non seulement les torpilles tendent à devenir de plus en plus puissantes, mais on a vu, en Malaisie et à Pearl Harbor, les aviateurs japonais viser spécialement les déchirures de coque provoquées par les torpilles précédentes; l'élargissement radical du caisson latéral de protection est donc inéluctable, cet élargissement étant à réaliser vers l'extérieur de la carène.

(1) *La Science et la Vie*, février 1942 : « La victoire de l'avion sur le cuirassé », pages 76 et 77.

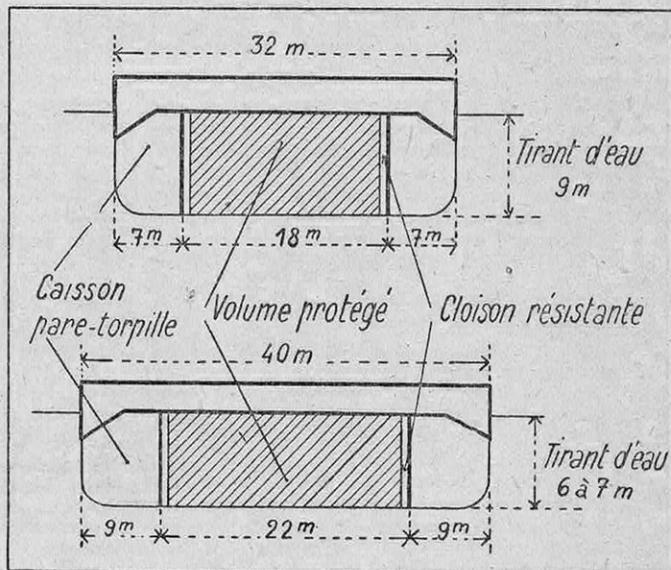
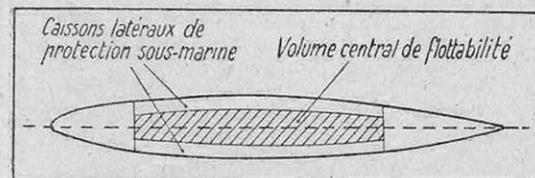


FIG. 2. — COMPARAISON DU NAVIRE DE 32 MÈTRES ET DU NAVIRE DE 40 MÈTRES DE LARGE DU POINT DE VUE DE LA PROTECTION CONTRE LA TORPILLE SOUS-MARINE

Le cuirassé est protégé latéralement par des caissons pare-torpilles situés sous la cuirasse de ceinture et dont la largeur était comprise entre 5 et 8 mètres en 1939. Cet espace doit amortir l'explosion des torpilles. La dernière cloison interne, dite cloison résistante, doit empêcher l'eau de pénétrer jusqu'au volume central destiné à conserver la flottabilité du bâtiment après torpillage (volume hachuré). Il est évident que plus la coque sera large, plus on pourra à la fois accroître la largeur des caissons latéraux et celle du volume central de flottabilité. C'est ainsi qu'en passant d'un bâtiment de 32 mètres de largeur à un bâtiment de 40 mètres, on peut gagner 2 mètres pour chaque caisson de protection et 4 mètres pour le volume central de flottabilité.

Quelles étaient les largeurs de carène des bâtiments de ligne de 1939 ? Le tableau page 290 le donne pour les 35 000 tonnes étrangers — navires allemands exceptés — et pour les 40 000 ou 45 000 tonnes prévus en 1940.

On voit que, de 35 000 tonnes à 45 000 tonnes, la largeur ne s'écarte guère de 32 mètres, alors que la longueur passe de 225 à 260 mètres environ. Le *Lion* ne gagne en largeur que 0,60 m sur le *Prince of Wales* de 31,4 m, ce qui est négligeable, et la largeur de l'*Iowa* est presque rigoureusement la même que celle du *North Carolina* (32,9 m). On peut en conclure que le système de protection sous-marine n'aura pas sensiblement varié avec l'extension du tonnage.

Les caractéristiques des bâtiments de ligne allemands sont très différentes. La largeur atteint et dépasse 36 mètres. Comparé à son contemporain britannique qu'était le *Prince of Wales*, le *Bismarck* présentait 4,6 m de plus,

FIG. 1. — COUPE HORIZONTALE SCHEMATIQUE DU SYSTEME DE PROTECTION SOUS-MARINE DU CUIRASSE

ce qui certainement avait été utilisé pour élargir à la fois le caisson latéral et le volume interne de flottabilité. Si on compare le *Bismarck* de 1939 au *West Virginia* de 1923, que les annuaires nous ont dit doté d'une protection sous-marine tenant compte des leçons de la guerre 1914-1918 (ce qui ne l'empêcha pas de succomber à Pearl Harbor sous les coups

DÉPLACEMENT	NOM	LARGEUR	LONGUEUR	TIRANT D'EAU
35 000 t	Prince of Wales (G. B.).....	31,4 m	225,50 m	9,20 m
	Littorio (It.).....	32,4 m	232,35 m	8,55 m
	North Carolina (E. U.).....	32,9 m	228,80 m	8,15 m
	Bismarck (All.).....	36,0 m	241,50 m	7,90 m
40 000 t	Lion (G. B.).....	32,0 m	238,00 m	9,20 m
	Deutschland (All.).....	36,5 m	262,00 m	8,00 m
45 000 t	Iowa (E. U.).....	38,00 m	290,00 m	5,00

TABEAU I. — LES DIMENSIONS DES NAVIRES DE LIGNE DE 1939 ET DES NAVIRES PRÉVUS EN 1940

des torpilles d'avions nippons), on constate que la différence de largeur est de 6,35 m (la largeur du *West Virginia* n'était que de 29,66 m).

Si, avec 36 mètres de largeur, le *Bismarck* a néanmoins coulé — à la sixième et septième torpilles, il est vrai — c'est que cette largeur est encore insuffisante, et il ne serait pas invraisemblable que, les successeurs du *Bismarck* atteignent, et même dépassent, les 40 mètres de largeur. La course à la largeur du cuirassé est donc déclenchée.

Pourquoi les cuirassés anglo-saxons ont-ils été si modérés ou si tardifs dans cette course à la largeur? L'explication en est donnée par des dimensions des écluses du canal de Panama, dont la largeur est exactement de 33,52 m. Pour qu'un bâtiment de 35 000 ou de 45 000 tonnes puisse passer Panama, sa largeur doit être inférieure pour ménager entre coque et quai un jeu minimum de quelques décimètres de chaque bord. Aussi s'explique-t-on qu'aucun cuirassé américain, même de 45 000 tonnes, n'atteigne 33 mètres de largeur.

Ainsi, dans le problème de la protection sous-marine, les cuirassés anglo-saxons ont été handicapés par la largeur des écluses de Panama, tandis que les ingénieurs allemands n'avaient aucune entrave de ce côté. Faut-il en

conclure que les écluses de Panama ont rendu vulnérables à la torpille d'avion les cuirassés anglo-américains de 1939? Et, réciproquement, que les torpilles d'avions de 1941 ont rendu caduques les écluses de Panama? Bien plus, on peut se demander si le projet de Washington du 9 août 1939 de doubler les écluses actuelles de Panama, par des écluses nouvelles mesurant 400 mètres sur 45, n'est pas d'ores et déjà sous-estimé (1).

Depuis le 9 août 1939, il y a eu Pearl Harbor, le désastre de Malaisie, et la perte d'un bâtiment de 36 mètres de largeur. Un calcul plus judicieux conduirait à des écluses de 300 mètres sur 60. Entre 1910 et 1940, ce fut, pour le bâtiment de ligne, la tendance à l'allongement de la coque, résultat de la course à la vitesse (de 190 mètres à 260 mètres environ pour les navires de 30 000 à 40 000 tonnes). C'est maintenant la course à la largeur qui fut longtemps retardée par la largeur des écluses de Panama. Le *Bismarck* a donné l'exemple avec 36 mètres. C'est vers 40 et même 50 mètres que tend la largeur du bâtiment de ligne de demain.

Pierre DUBLANC.

(1) *La Science et la Vie*, juillet 1942, page 23.

Depuis le rattachement à la Bulgarie de la Thrace occidentale et de la Macédoine, ce pays est devenu le plus grand producteur de tabac d'Orient du monde. Déjà avant la guerre, elle livrait quelque 50 millions de kilogrammes de tabac par an, provenant de plantations couvrant 52 000 ha et cultivées par plus de 125 000 paysans. L'industrie bulgare du tabac occupait environ 800 000 ouvriers. Pour 1942, on a prévu une superficie de 83 000 ha, dont 45 000 pour l'ancienne Bulgarie et 38 000 pour les régions annexées. La production escomptée est de 90 millions de kilogrammes, dont près de 21 millions de kilogrammes de tabac de Virginie, variété dont la culture a été introduite en Bulgarie en 1937 et qui est très demandée, aussi bien pour la confection des cigares que pour la fabrication des cigarettes. De 5 ha en 1937, la superficie plantée en tabac de Virginie est passée à 1 200 ha en 1941 et à 2 000 ha en 1942. Afin d'améliorer encore la production de tabac fin, de nombreux laboratoires et stations d'expérimentation ont été créés. Vingt établissements se consacrent à la production de semences sélectionnées. Pour la lutte contre les parasites, 50 ha ont été consacrés à la culture de la variété « Machorka » en vue de la fabrication d'insecticides à base de nicotine. Enfin, la culture du tabac tend de plus en plus à être mécanisée.

LA DÉGÉNÉRESCENCE DE LA POMME DE TERRE

LE RAJEUNISSEMENT DES PLANTS FACTEUR PRINCIPAL DU RENDEMENT DES CULTURES

par Pierre BECK

Professeur au Lycée de Tarbes

La pomme de terre, dont la culture s'est répandue en France au début du dix-neuvième siècle, est plantée depuis cette époque en enfouissant un tubercule provenant d'un autre plant. Ce bouturage indéfini, sans aucun passage par la reproduction sexuée (par semis de la graine), revient à immortaliser la même plante dont tous les descendants constituent un seul individu. Mais, chez les végétaux, l'immortalité ne va pas sans inconvénients, au premier rang desquels il faut placer la moindre résistance à l'action des parasites de toutes sortes, forme particulière de dégénérescence. C'est à elle qu'il faut attribuer dans une certaine mesure la baisse du rendement des cultures actuelles de pommes de terre. La reproduction sexuée, qui « rajeunirait » la plante, lui enlève malheureusement la faculté de produire des tubercules, ce qui l'a fait abandonner. Le problème du rajeunissement des plants ne peut donc être résolu que par une étude systématique du mécanisme de formation des tubercules. Les travaux de Noël Bernard et de ses continuateurs, travaux qui se poursuivent actuellement à l'observatoire du Pic du Midi, ont permis de découvrir le moyen de provoquer la tuberculisation des semis. Ainsi les plants actuels pourront être « rajeunis », et, grâce à des croisements convenablement dirigés, fournir des lignées nouvelles, plus robustes et plus productives.

LA pomme de terre joue, dans l'alimentation des peuples modernes, un rôle essentiel. Cette précieuse plante (*Solanum tuberosum*) est originaire des hauts plateaux des Andes, où, d'ailleurs, existe toujours la race sauvage : le *Solanum maglia* des botanistes. C'est uniquement grâce à elle que les Indiens d'Amérique du Sud ont pu s'établir et prospérer dans les districts montagneux moins dangereux que les forêts vierges des plaines. Très tôt, dans l'antiquité la plus reculée, ils ont entrepris de la cultiver et ont su en obtenir des variétés plus productives que la forme sauvage. Chaque année, la plantation des pommes de terre était pour eux l'occasion de grandes fêtes religieuses accompagnées de sacrifices humains.

C'est seulement en 1534 que les premiers tubercules sont apportés, à titre de curiosité, en Espagne. La première mention écrite de leur utilisation sur notre continent est l'achat par l'Hôpital du Sang, à Séville, de quelques pommes de terre à titre de médicament, achat porté sur le livre de comptes de cet établissement en l'année 1573. Cependant, quelques années auparavant, vers 1565, le roi d'Espagne Philippe II en offre quelques exemplaires directement importés au pape Pie IV très malade, dans l'espoir de lui rendre la santé. Le

souverain pontife partage ce royal cadeau avec son légat en Belgique, vieux cardinal valétudinaire. Les vertus curatives attribuées aux tubercules ne se vérifièrent d'ailleurs pas, et les deux prélats moururent. Le légat en avait remis quelques-uns au gouverneur de Mons, Philippe de Sivry, lequel désormais allait en cultiver quelques pieds dans son jardin comme curiosité. En 1588 il envoie deux pommes de terre au botaniste français Charles de l'Escluse, dit Clusius, résidant alors en Autriche. Clusius cultive la plante et la décrit en 1601 dans son ouvrage : *Rariorum plantarum historiae*, dont le titre suffit à montrer combien peu répandue elle était alors. A partir de ce moment, et petit à petit, des cultures de la précieuse solanée s'établissent aux Pays-Bas, en Allemagne et en Angleterre (où les premiers tubercules ont été introduits en 1596 par l'explorateur Walter Raleigh, le célèbre favori de la reine Elisabeth, au retour d'un voyage en Virginie). Notre pays est longtemps réfractaire à cette nouvelle culture. Les Anglais ont cependant apporté et cultivé des pommes de terre dans les régions qu'ils occupent pendant la guerre des Flandres, mais après leur départ elles sont remplacées par des céréales. En plein XVIII^e siècle (1769), Valmont de Bomare, dans son Dictionnaire d'Histoire Naturelle, n'ose



T W 22441

FIG. 1. — LA FRISOLÉE DE LA POMME DE TERRE

Elle se traduit par des déformations importantes de la feuille qui devient frisée, et dont l'aspect est plus ou moins modifié suivant les variétés. Elle s'accompagne d'une réduction de la production de tubercules. Elle se transmet par les plants dont la récolte finit par devenir nulle au bout de quelques générations. En haut, l'aspect de la plante saine; en bas, l'aspect de la plante malade.

guère en conseiller la culture que comme fourrage, ajoutant timidement : « Quand on est accoutumé à cette nourriture elle plaît au goût, surtout si on fait cuire ces pommes avec un peu de lard. » C'est également au XVIII^e siècle que, sous l'impulsion de Parmentier, les premiers essais de culture sont tentés en France. Ant.-Aug. Parmentier (1737-1813), pharmacien militaire fait prisonnier et emmené en Allemagne durant la guerre de Sept Ans, est frappé, au cours de sa captivité, des avantages que l'on retire outre-Rhin de cette plante prolifique et nourrissante. Dès son retour, il s'en fait le champion et l'avocat, essayant, presque en vain d'ailleurs, de convaincre les paysans. Il bénéficie, cependant, de l'appui d'un ministre éclairé, Turgot, et grâce à cela quelques résultats intéressants peuvent être obtenus. Cependant, ce n'est guère qu'à partir de 1820 que

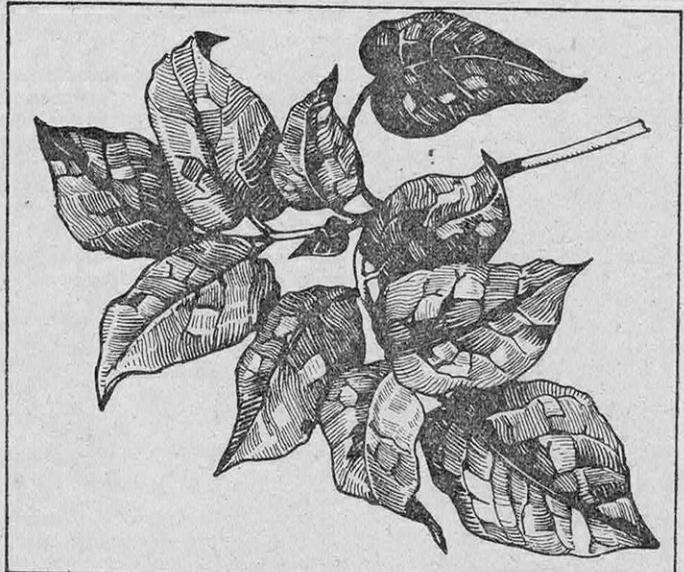
les Français considéreront les pommes de terre comme un aliment important. Depuis, leur rôle n'a fait que s'accroître au point qu'elles sont aujourd'hui considérées comme indispensables. Or, ces dernières années, malgré une amélioration des procédés culturaux, la production à l'hectare des principaux pays d'Europe est en baisse constante. Ceci tient, d'une part, à l'introduction de parasites nouveaux tels les doryphores, mais surtout à une sérieuse aggravation de maladies particulières dites *maladies de dégénérescence*.

Les maladies de dégénérescence de la pomme de terre

Ces maladies sont nombreuses. Les principales ont été nommées *frisolée*, *mosaïque* et *bigarrure*. Dans la *frisolée* les feuilles sont crispées et déformées, ne verdissent pas normalement; de plus le pied atteint est très sensible aux conditions défavorables (fig. 1). La *mosaïque*, souvent peu visible, quelquefois même complètement occulte, est caractérisée par des taches vert blanchâtre et vert sombre (fig. 2). Dans la *bigarrure*, une nécrose se produit dans les tissus périvasculaires, accompagnée d'une oxydation des solutions phénoliques des vacuoles, d'où l'apparition de taches brunes le long des nervures (fig. 3). Elles sont dues à des « virus filtrants ». S'agit-il de microbes extrêmement ténus ou de substances non figurées? Pour la plupart on ne sait rien de certain, l'un d'entre eux, le virus Y, agent de la bigarrure, a été isolé par Kenneth Smith et obtenu à l'état cristallisé.

On en distingue deux groupes :

- 1^o Virus de la mosaïque ou virus X, auquel le tabac et de nombreuses autres solanées sont également sensibles;
- 2^o Virus de la bigarrure : virus Y, virus A, virus F; le premier provoque une maladie



T W 22440

FIG. 2. — LA MOSAÏQUE DE LA POMME DE TERRE

Cette maladie provoquée par un ultravirus est caractérisée par l'apparition, sur le fond vert sombre de la feuille, de taches d'un vert plus clair qui dessinent une sorte de mosaïque. Elle peut s'accompagner de déformations de la feuille. Quand ces déformations deviennent très accentuées on a affaire à la frisolée (fig. 1).

analogue chez le tabac, le troisième chez le piment.

Très souvent, deux ou plusieurs de ces virus peuvent coexister dans une même plante et, dans ce cas, la maladie produite sera différente de celles provoquées par chaque virus isolé, et différente également de ce que devrait être la simple addition de leurs symptômes. La frisolée en est un bon exemple; elle est due à l'existence simultanée dans la plante atteinte des virus X et Y.

Ces maladies de dégénérescence sont très contagieuses. On ignore comment se fait la transmission de pied à pied pour le virus X; pour ceux du deuxième groupe elle est le fait de pucerons, et tout particulièrement du *Myzus persicae*, verdate rayé de sombre, l'abdomen des aîlés étant rougeâtre (fig. 4 et 5). Il vit au printemps sur le pêcher où ses piqures déterminent « la cloque », migre souvent en été sur la pomme de terre ou d'autres solanées, hiverne sur le chou. Lorsqu'un de ces pucerons pique un pied contaminé, il absorbe du virus en même temps que la sève; ultérieurement, il l'inocule à un pied sain, y provoquant la maladie. Comme on le voit, les *Myzus* sont très nuisibles aux pommes de terre; on l'ignore malheureusement trop souvent et, si l'on combat le doryphore ou le mildiou, on laisse envahir les champs par ces dangereux insectes. On peut les détruire par des solutions nicotinéennes : solution à 1 pour 1 000 de nicotine dans l'eau savonneuse, ou bouillie bordelaise nicotinée. Il faut protéger les coccinelles et leurs larves qui font une grande destruction de pucerons de toute espèce.

Les tubercules de pieds atteints sont contaminés et, mis en terre, donneront des plantes malades. On peut alors songer à ne planter que des tubercules sains. Depuis quelques années, des établissements horticoles les sélectionnent, mais cette sélection est longue; il faut cinq ans de culture pour affirmer qu'un pied est indemne, car plusieurs virus peuvent rester quelques années sans action visible sur certains pieds en apparence sains, mais dont les tubercules contaminés pourront, un jour, donner des plantes malades. Elle nécessite, pour se poursuivre, de grands espaces. La production de tubercules sélectionnés, pour ces diverses raisons, est très inférieure aux besoins : sur 25 millions de quinquaux plantés chaque année en France, 1 300 000 seulement étaient, avant la guerre, garantis sains, et encore, sur cette minime quantité, en importions-nous la

presque totalité : 1 084 000 surtout d'Allemagne, de Hollande et d'Estonie. On peut donc affirmer qu'il est impossible, actuellement de compter améliorer l'état sanitaire de nos cultures par cette méthode.

Sous leurs formes graves ces différentes maladies dites de dégénérescence diminuent considérablement le rendement en tubercules et sont donc très préjudiciables. Leurs effets, nous l'avons déjà signalé, sont particulièrement marqués depuis quelques années. Comment cela peut-il s'expliquer? Une des causes principales de cet état de choses est le « vieillissement » de nos pommes de terre.

Nos pommes de terre sont trop vieilles

Il ne faut pas oublier, en effet, que pratiquement on ne reproduit la pomme de terre que par tubercule. Un tubercule est un fragment de tige souterraine. Il s'agit donc, en somme, d'une bouture, autrement dit d'un morceau d'un individu initial. En fait, c'est la même plante qui va être sans cesse refragmentée chaque année et remise éternellement en culture. Cette pratique a eu pour résultat qu'actuellement presque tous nos pieds de pommes de terre ont un âge respectable, diminuant leur vigueur. En conséquence, leur sensibilité aux maladies est beaucoup plus grande que celle des pieds cultivés il y a un siècle par exemple. Cet état de choses risque,

en s'aggravant, de prendre les proportions d'un désastre : Dès maintenant la production annuelle française est de 150 millions de quinquaux alors qu'elle devrait être de 200 à 250 millions étant donnée la surface ensemencée. Cette perte est presque entièrement le fait des maladies de dégénérescence.

Comment y remédier? Une première idée vient à l'esprit : redonner de la vitalité à nos pommes de terre actuelles. C'est ce qu'a tenté le regretté professeur Costantin.

Un premier remède : la cure d'altitude

Il appliqua à notre précieuse solanée la méthode employée avec succès à Java par le Hollandais Solwedel pour sauver la canne à sucre d'une maladie de dégénérescence mortelle : le *sereh*.

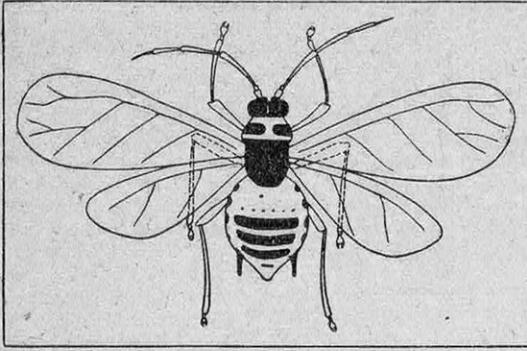
Les riches plantations de l'île étaient sur le point d'être entièrement anéanties, vers 1870, par ce virus auquel les plantes ne réagissaient pas. L'agronome néerlandais, ayant observé que les pieds vivant en montagne résistaient,



T W 22438

FIG. 3. — LE FEUILLAGE D'UN PLANT DE POMME DE TERRE ATTEINT DE BIGARRURE

La bigarrure se manifeste par l'apparition de taches brunes sur la feuille de pomme de terre. Celle-ci devient fragile et tombe. Cette maladie inguérissable se transmet par le plant et provoque rapidement une dégénérescence profonde de la plante qui devient rabougrie, cassante et à feuillage tourmenté.



T W 22437

FIG. 4. — LE PRINCIPAL AGENT DE TRANSMISSION DES ULTRAVIRUS DES MALADIES DE LA POMME DE TERRE « MYZUS PERSICÆ », ADULTE AILÉ

La grandeur réelle de ce puceron est de 2 à 4 mm.

au contraire, à l'infection, eut l'idée de cultiver dans les hautes régions des plants venus de la plaine. Ils acquéraient, au bout d'un certain temps, une résistance analogue et, ramenés dans les vallées, conservaient ce caractère. Une « cure d'altitude » avait donc amélioré l'état général des plantes. Les cultures furent reconstituées uniquement avec des pieds ayant bénéficié d'une telle cure et la richesse de la grande île, un instant compromise, fut rétablie.

Costantin, frappé de ces résultats, tenta à partir de 1922 d'améliorer l'état général et de renforcer la vitalité de pieds de pommes de terre en les cultivant en montagne. Il poursuivit de telles cultures dans les Alpes jusqu'en 1933, obtenant des plantes vigoureuses douées d'une nouvelle jeunesse, qui, transplantées en plaine, montrèrent une résistance accrue aux maladies. Cette amélioration ne fut malheureusement que passagère et cette méthode n'est guère susceptible d'application pratique à grande échelle.

La reproduction par semis

Une autre méthode, nouvelle, permet d'entrevoir une solution, non pas immédiate mais, peut-être prochaine, malgré les difficultés qu'elle a encore à surmonter pour être au point. C'est celle des semis. Elle a, théoriquement, un double avantage : obtention de plants jeunes, donc plus résistants, et obtention de plants sains. On a constaté, en effet, que les virus ne pénètrent pas dans les graines et que celles-ci sont, par conséquent, toujours indemnes.

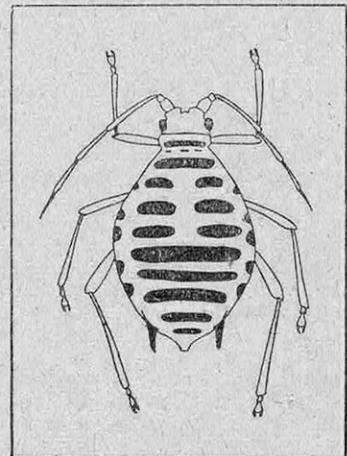
Comment se fait-il que l'on ne reproduise pas couramment les pommes de terre par semis, alors que, à plusieurs reprises, depuis que ces végétaux sont cultivés en Europe, cette méthode a été préconisée? C'est que, sauf au XVIII^e siècle où, pour une cause non élucidée, les semis semblent avoir bien réussi chaque fois qu'ils ont été tentés, les résultats obtenus étaient très décevants. Les graines de pommes de terre germaient assez facilement, mais les plants formés ne donnaient presque jamais de tubercules. Des horticulteurs sont arrivés, cependant, par des suites d'opérations longues et délicates, à réussir des plants à tubercules à partir de graines, mais ces méthodes restent aléatoires et ne sont

pratiquement employées que pour obtenir du plant de variétés nouvelles créées par fécondations croisées. La question en était là, lorsque les travaux de M. le docteur Magrou, à Paris, et de M. Joseph Bouget, à Bagnères-de-Bigorre, allaient permettre d'entrevoir la possibilité de faire entrer la méthode des semis dans le domaine pratique.

Le problème de la tubérisation

Le premier point à élucider était l'absence fréquente de tubercules chez les jeunes plantes obtenues de semis. La solution à ce problème a été apportée par le D^r Joseph Magrou, de l'Institut Pasteur. Pour la comprendre il faut remonter aux remarquables travaux, devenus classiques, de Noël Bernard sur les orchidées (1899-1909). Ce grand savant put montrer que les orchidées, plantes aux fleurs si souvent étranges, ont presque toutes des graines qui ne peuvent germer que dans une terre contenant des micro-champignons : les *Rhizoctonia*. Ceux-ci pénètrent dans les graines et alors trois possibilités se présentent : ou la graine est complètement envahie par le parasite et meurt, ou elle détruit celui-ci dès sa pénétration : elle guérit alors mais ne peut survivre à sa victoire, le champignon étant indispensable à son développement ultérieur ; ou enfin un équilibre s'établit entre les deux « associés », et l'orchidée se développe. Après avoir ainsi déclenché la germination, le *Rhizoctonia* provoque la transformation des racines en tubercules bourrés de salep, réserve amylacée et mucilagineuse. Ce qui le prouve c'est le cas du *Blettilla hyacinthina* : cette orchidée peut germer sans champignon, elle est alors dépourvue de tubercules. Si la germination a lieu en présence de *Rhizoctonia* normalement actifs, elle a des racines tuberculées.

Ces travaux révolutionnèrent la science d'alors. Ils vont être le point de départ des recherches ayant abouti à la solution du problème de la tubérisation de la pomme de terre. Noël Bernard lui-même eut l'idée que les tubercules de tous les végétaux qui en sont pourvus devaient être dus à des champignons parasites. Il en était convaincu, en particulier, pour la pomme de terre. Il devait rester fidèle à cette manière de voir malgré l'impossibilité où il fut de découvrir le parasite responsable et, en 1910, il écrivait à son cousin Jean Magrou : « Nous livrerons un assaut définitif à la pomme de terre jusqu'ici rebelle aux lois que je prétends lui imposer. » Sa mort au début de 1911 devait interrompre ses recherches. Ce furent le docteur Joseph Magrou et Madame Noël Bernard qui



T W 22439

FIG. 5. — « MYZUS PERSICÆ » SANS AILES (GRANDEUR 2 A 4 MM)

devaient livrer « l'assaut définitif » et démontrer le bien-fondé de ses vues. En 1911, en effet, ils découvrirent dans les racines d'un pied de pomme de terre sauvage (*Solanum maglia*), récolté dans les Andes, des champignons parasites. Il était donc vraisemblable que, pour réussir à faire tuberculiser de jeunes plants de pommes de terre, il fallait que le sol contînt de ces parasites. En dehors de la terre des Andes, où en trouver dans des conditions permettant une utilisation pratique? Les plantes ayant dans leurs racines des champignons associés sont assez nombreuses, comme le démontrèrent plusieurs savants

à la suite des recherches de Noël Bernard. De tels champignons sont nommés « mycorhizes » (1). On pouvait espérer que certains d'entre eux pourraient infester la pomme de terre et y provoquer la tubérisation. Cet espoir devait se réaliser : M. le docteur Magrou a montré, en effet, que de la terre où s'est développée une de nos solanées indigènes : la douce-amère, plante grimpante à fleurs violettes, fait tubériser les plants de pommes de terre. Ceci s'explique en admettant que le champignon, dont la présence a été constatée dans les racines de cette plante, passe par l'intermédiaire du sol dans celles des jeunes plants, y vit et y provoque la tubérisation de la même manière que le parasite spécial de la pomme de terre. Ce résultat, fort encourageant, n'était guère susceptible d'un emploi pratique, car les douce-amères ne forment que de petites colonies peu étendues. Il fallait trouver des régions où de grandes surfaces de terre soient riches en mycorhizes susceptibles de faire tubériser notre précieux légume. De telles conditions sont réalisées dans les Andes vers 3 000 à 4 000 mètres. Tenant compte des différences de climat, on devait les retrouver dans nos montagnes vers 1 500 à 2 000 mètres. C'est ici qu'intervient le botaniste du laboratoire du Pic du Midi, à Bagnères-de-Bigorre, M. Joseph Bouget, qui, sur les conseils du professeur Costantin, s'est intéressé aux problèmes de la pomme de terre. Il met en évidence l'existence dans les hautes régions pyrénéennes de deux associations végétales formées, surtout, de plantes à mycorhizes : l'une caractérisée par le lycopode (*Lycopodium clavatum*) cryptogame vasculaire à structure de fougère, mais à aspect de mousse, et quelques autres plantes parmi lesquelles une fougère, le *Blechnum spicant*; l'autre spéciale

(1) Le terme « mycorhize » désigne, en réalité, le complexe : racine+champignon. Il est employé souvent, comme ici, dans le sens de : champignon associé à une racine; en abréviation de : champignon de mycorhize.

à certains pâturages et caractérisée par quelques légumineuses dont la plus importante est une gesse : *Orobus tuberosus*.

Des expériences sont alors tentées. Les résultats très nets de ces cultures (tableau I) établissent que les terres de certaines hautes régions sont riches en mycorhizes capables de pénétrer dans les racines de pomme de terre. En semant directement des graines dans ces terrains, ou en y repiquant de jeunes plants provenant de semis en serre, on doit pouvoir produire en quantité notable des tubercules jeunes. Des recherches, en ce sens, sont poursuivies sans interruption depuis 1934 au labora-

Variétés	Tubercules récoltés par pied :	
	à Bagnères (6 juin-8 novembre)	au Peyras (7 juin-7 novembre)
Rosafolia	0	315 g
Mine d'or	0	183 g
Deodora	2 petits tubercules pour 6 pieds	196 g
Pepo	4 petits tubercules pour 6 pieds	175 g
Cellini	0	325 g

TABLEAU I. — COMPARAISON DES RÉCOLTES DE POMMES DE TERRE OBTENUES A PARTIR DE PLANTS SANS TUBERCULES PROVENANT DE SEMIS ET REPIQUÉS SOIT EN PLEIN CHAMP, SOIT DANS DES TERRES A MYCORHIZES

Ces plants obtenus par semis à Verrières-le-Buisson dans de la terre ordinaire, ont été repiqués les uns à Bagnères-de-Bigorre dans de la terre de champ, les autres au Peyras (1 400 m) dans de la terre où vivaient des *Orobus*.

toire du Pic du Midi avec des résultats encourageants, sous la direction de MM. Baillaud, directeur de l'Observatoire, et J. Bouget. La tubérisation s'obtient régulièrement, à Bagnères même, dans les serres, en semant les graines sur un mélange de terres, établi par M. J. Bouget, contenant les principaux éléments minéraux nécessaires et de la terre de hautes régions pour fournir aux jeunes plants les mycorhizes. Ce résultat démontre que la tubérisation en haute montagne est bien le fait des parasites et non des conditions climatiques.

Les champignons capables d'agir sont variés. Les formes vivant dans les plantes des Pyrénées, ici utilisées, appartiennent à plusieurs espèces, toutes différentes de celle observée dans les *Solanum* sauvages des Andes. Cependant, elles appartiennent toutes à des groupes de champignons inférieurs à filaments non cloisonnés. On les divise en deux ensembles :

1° Espèces dont les filaments principaux sont extra-cellulaires envoyant dans les cellules des filaments en arbuscules. Leur chef de file est le mycorhize des arums. A ce groupe appartiennent également les espèces vivant normalement dans les scilles, lilacées à bulbes et à fleurs bleues fréquentes dans les sous-bois en montagne, dans l'*Orobus tuberosus*, etc...;

2° Espèces dont les filaments principaux sont intra-cellulaires. Ils forment dans les cellules des pelotons lâches. C'est le type *Paris quadrifolia* (lilacée à fleurs verdâtres fréquente en montagne). Dans ce groupe rentrent les mycorhizes de la douce-amère et des pommes de terre sauvages.

M. J. Bouget dans ses cultures a obtenu des plants de pommes de terre infestés par des mycorhizes de l'un ou l'autre type et M. Magrou, dans les racines d'un jeune pied cultivé au Pic du Midi en a trouvé à la fois des deux types.

Les rhizoctonia des orchidées ainsi que les mycorhizes des bruyères appartiennent à des

groupes de champignons supérieurs à filaments cloisonnés. Jusqu'à présent, on n'a jamais observé leur pénétration dans des plants de pommes de terre.

Pour poursuivre d'une manière précise les recherches sur tous ces champignons, il faut pouvoir les cultiver. C'est chose faite depuis Noël Bernard pour les rhizoctonia de l'orchidée, et les horticulteurs peuvent en semer le terreau où ils font leurs semis, ce qui évite la complication de se procurer de la terre provenant de localités à orchidées. Pour les autres plantes à mycorhizes on est beaucoup moins avancé. Cependant, tout récemment, M. le Dr Magrou, ajoutant aux milieux de culture précédemment employés de l'aneurine ou vitamine B₁, obtient, à partir de petits fragments de racines de plantes à mycorhizes, dont la pomme de terre, des cultures, peu durables il est vrai, de ces champignons.

La tubérisation aseptique de la pomme de terre

Comment ces mycorhizes, dont nous venons de constater la présence très générale dans les plantes à tubercules ou à bulbes, agissent-ils pour provoquer l'apparition de ces organes? Déjà, Noël Bernard avait montré que l'on pouvait obtenir la germination de quelques orchidées en l'absence de champignons à condition de les cultiver sur des solutions très concentrées de salep et de saccharose. M. le Dr Magrou, reprenant cette question avec les pommes de terre, a obtenu des tubérisations dans des cultures aseptiques.

Les graines, d'abord désinfectées par un séjour de 6 heures dans l'eau oxygénée, sont placées dans des tubes à essai sur un milieu nutritif constitué de liquide de Knop (1) additionné de glucose ou de glycérine dont on fait varier la teneur. A des concentrations faibles, les plants se développent mais ne tubérisent pas. La tubérisation apparaît pour des concentrations de 0,8 % de glucose ou de 0,408 % de glycérine. On remarquera que, étant donnés les poids moléculaires de ces deux substances, ces solutions sont équi-moléculaires, donc de force osmotique identique. Les meilleurs résultats sont obtenus avec les solutions équi-moléculaires de 5 % de glucose et 2,55 % de glycérine. Si l'on augmente encore la concentration, on obtient des plants monstrueux dont tout l'appareil végétatif est tuberculisé (fig. 6).

Ces recherches du Dr Magrou aboutissent donc à une nouvelle méthode pour obtenir des tubercules à partir de semis de graines : la *méthode aseptique*. Elles permettent, également, de se faire une idée du mode d'action possible des mycorhizes. Ces champignons, et ceci a été démontré pour les rhizoctonia cultivés sur salep, disloqueraient les molécules complexes d'amidon en d'autres plus petites et par suite plus nombreuses de sucres. Le résultat en est une augmentation de la concentration du suc cellulaire dans la plante (augmentation du nombre de molécules contenues dans une unité de volume). Ce même résultat est, nous venons de le voir, obtenu en fournissant au végétal, du dehors, une solution suffisamment concentrée.

(1) Eau bidistillée : 1 l; sulfate de magnésium : 0,25 g; nitrate de calcium : 1 g; phosphate acide de potassium : 0,25 g; chlorure de calcium : 0,12 g; sulfate ferrique : 0,04 g.

Nous avons maintenant les éléments permettant de comprendre un fait d'observation courante : un tubercule de pomme de terre mis en terre donne un pied portant de nombreux tubercules. Ceci semble tellement normal qu'il peut paraître étrange d'en chercher une explication. En réalité, les tubercules de pomme de terre ne contiennent pas de mycorhizes, pas plus d'ailleurs, que ceux d'*Orchis*. Les champignons restent localisés dans les extrémités des racines et induisent, à distance, la formation de ces accumulations de réserves. En conséquence, lorsque l'on plante des tubercules de pommes de terre dans un champ on n'y introduit pas de mycorhizes, les pieds formés en sont dépourvus et cependant tuberculisent. Il est vraisemblable que le tubercule, riche en réserves amylacées se transformant en sucres, permet à la plante de posséder une concentration cellulaire suffisante pour la tubérisation, la pratique de la fumure aidant encore le phénomène.

Les recherches du Dr Magrou et de M. Joseph Bouget aboutissent donc aux conclusions suivantes : 1° Les mycorhizes sont nécessaires, dans la nature, pour déclencher la formation de tubercules dans les jeunes plantes issues de graines; 2° On peut les remplacer dans ce rôle par une solution nutritive concentrée; 3° Une fois les premiers tubercules formés, c'est-à-dire des réserves accumulées, la tubérisation peut se poursuivre sans les champignons. Ces deux savants, l'un à Paris à l'Institut Pasteur, l'autre à Bagnères-de-Bigorre, ont apporté ainsi deux solutions pratiques au problème de l'obtention de pommes de terre par semis. Il y a encore beaucoup à faire, il faut l'avouer, pour que la reproduction par graines entre dans le domaine courant; cependant, dès maintenant des résultats très encourageants ont été obtenus à Bagnères-de-Bigorre. Les tubercules produits la première année, ou tubercules primaires, sont petits, certains ne dépassent pas la taille d'un pois ou d'une noisette, mais mis en terre, donnent des pieds vigoureux portant des tubercules secondaires de dimension normale. Un nombre élevé de ceux-ci a été depuis 1935 distribué par les soins de M. Bouget à de nombreux paysans de la haute vallée de l'Adour. Ils ont donné, en général, des pieds plus vigoureux et plus résistants à toutes les maladies que ceux provenant des tubercules âgés utilisés habituellement.

C'est ainsi qu'en 1941, où le mildiou de la pomme de terre a ravagé la région bagnéraise, ils ont incomparablement mieux résisté que les autres.

Le point de vue « génétique »

Cependant de vives critiques sont faites à la culture de la pomme de terre par graines. Elles émanent, en général, des agronomes.

Parmi les reproches les plus souvent formulés, celui qui consiste à accuser les pieds ainsi obtenus d'être peu productifs ne nous retiendra pas longtemps. Il ne résiste pas, en effet, à l'examen impartial des faits. Il suffit de parcourir la vallée de Bagnères et d'interroger les paysans pour constater, très rapidement, en quelle haute estime ils tiennent les « tubercules Bouget » et, là comme ailleurs, ils ont trop souci de leur intérêt pour rechercher des semences donnant de faibles rendements. Les chiffres parlent, d'ailleurs, d'eux-mêmes : dans l'ensemble, les récoltes obtenues par pieds pro-

venant de ces semences, varient de 1,5 kg à 5 kg de tubercules.

Une critique plus fondée est la grande variabilité des produits venant de graines. Il est de règle générale, en effet, que si la reproduction asexuée qui consiste en la fragmentation d'un individu initial conserve sans modification les caractères de cet individu, la reproduction sexuée donne des produits nouveaux qui, tout en se rapprochant beaucoup de leurs parents, peuvent en différer plus ou moins. Ces modifications seront particulièrement marquées chez les végétaux à fécondation croisée, c'est-à-dire où le pollen d'un individu fécondera les ovules d'un autre. Dans le cas de la pomme de terre, ce mode de reproduction est tout à fait exceptionnel. Il n'en est pas moins vrai que des variations ont été observées dans les cultures de Bagnères (1).

Dans l'ensemble, les changements sont de faible amplitude et passent inaperçus des paysans; ils ne portent, en général, que sur des caractères sans grande importance : aspect des ailes des tiges, allure du stigmate de la fleur, etc...

Cependant, le fait même que des modifications du type primitif soient possibles et peuvent même porter sur les tubercules ne doit pas être négligé et, si la méthode des semis peut fournir des produits utilisables pour la petite culture paysanne, elle ne peut encore être utile à la grande culture qui cherche à obtenir en série des produits rigoureusement identiques, ce qui exige l'emploi de semence dont le résultat est certain. Est-ce à dire que jamais le défaut de cette méthode, qui en limite l'emploi, ne pourra être éliminé? Non. Il s'agit de pratiquer pendant plusieurs années des cultures sélectionnées éliminant à chaque génération les produits aberrants. On réussira,

ainsi, comme cela a été fait pour les nombreuses plantes couramment reproduites par semis, à isoler des lignées pures qui conserveront leurs caractères, sauf apparition exceptionnelle de mutations, pratiquement négligeables.

Ce travail de sélection va être entrepris dès le printemps prochain au laboratoire de Bagnères. Il est bien évident que certaines variétés qui sont des hybrides et ne subsistent que grâce à la méthode de plantation de tubercules vont disparaître au cours de ces recherches, mais il est également vraisemblable que de nombreuses variétés, dont quelques-unes pourront être intéressantes, apparaîtront et seront sélectionnées.

Le laboratoire de Bagnères

Nous voyons donc que le but final de la méthode des semis, qui doit être le remplacement de tous nos plants âgés, est encore loin d'être atteint, mais les résultats déjà obtenus sont tels qu'ils permettent d'entrevoir le succès. Bien entendu, pour supprimer complètement les maladies de dégénérescence, il faudrait que ce remplacement soit total et réalisé simultanément partout. Ceci n'est pas réalisable actuellement. D'autre part, tant qu'il restera des pieds contaminés, il sera presque impossible de produire, même en haute montagne, des pieds indemnes, car des pucerons peuvent venir d'un champ, pas trop éloigné, les contaminer. Nous sommes en présence d'un cercle vicieux. Il semble

qu'il doive être plus fécond de chercher à vacciner la pomme de terre contre ces terribles maladies. Des recherches sont poursuivies dans ce sens à Paris. Ce que, par contre, on peut espérer des semis, c'est la production de plants plus productifs, plus résistants aux infections que ceux cultivés actuellement, parce que plus jeunes. C'est beaucoup et cela justifie amplement les recherches entreprises au laboratoire de Bagnères-de-Bigorre en liaison avec celles du docteur Magrou à l'Institut Pasteur.

Voyons rapidement comment fonctionne ce laboratoire et quels sont ses projets. Au laboratoire même sont faits les semis; l'année prochaine, il y en aura de deux sortes : les uns seront effectués dans des caisses contenant

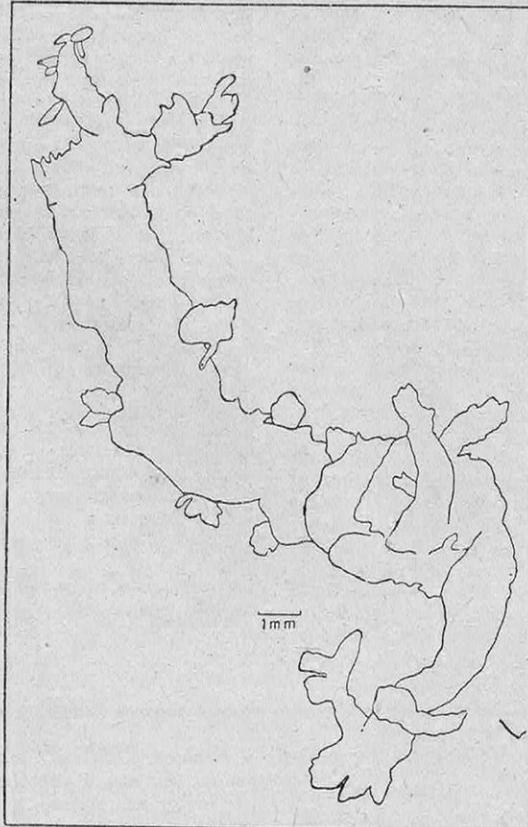


FIG. 6. — UN PLANT DE POMME DE TERRE CULTIVÉ EN MILIEU LIQUIDE ET ENTIÈREMENT TUBÉRISÉ

La culture de la pomme de terre dans un milieu nutritif convenable (ici liquide de Knop additionné d'une solution concentrée de glycérine) est capable de provoquer sa tubérisation sans l'intervention d'aucun champignon microscopique : c'est la méthode aseptique de production des tubercules. Dans le cas du plant représenté ci-dessus, la concentration de la solution nutritive a été si forte que toute la plante s'est tubérisée.

(1) En voici un exemple : il s'agit des pieds de la variété Maréchal-Franchet-d'Esperey issus d'un lot de graines et cultivés au Peyras :
 pied n° 1 : tubercules ronds et blancs,
 pied n° 3 : tubercules longs et rouges,
 pied n° 5 : tubercules ovales et blancs,
 pied n° 7 : tubercules longs et roses.
 Il s'agit là de variations importantes, mais c'est un cas exceptionnel.

de la terre à mycorhizes selon la méthode Bouget, les autres cultivés par le procédé aseptique ont été dès maintenant mis en train par M. le docteur Magrou qui vient de séjourner à Bagnères. Ils seront élevés dans les deux serres nouvellement aménagées dont les ouvertures seront garnies de grillage fin pour empêcher la pénétration des pucerons. Ces plants seront, au printemps, repiqués en pleine terre dans les champs d'expérience situés en montagne où ils formeront les tubercules primaires; ceux-ci récoltés à l'automne et remis en terre, l'année suivante, dans d'autres parcelles de ces mêmes champs, produiront des tubercules secondaires qui seront distribués aux cultivateurs.

Le choix de l'emplacement de terrains d'expériences en haute montagne doit donner lieu à quelques remarques. Il faut qu'ils soient le plus possible à l'abri de la contamination. Ceci est très difficile à réaliser car les pucerons transmetteurs de virus peuvent, sous la forme de sexués ailés, se propager à d'assez grandes distances. Plusieurs des champs du laboratoire, qui paraissaient très bien isolés, ont été contaminés à plusieurs reprises ces dernières années. Une des meilleures protections est un vent fréquent. Ceci a été mis en évidence par M. Joseph Bouget. Cultivant à la même altitude (1 400 m) dans des sols identiques deux lots de six pieds chacun de la variété Triumph, l'un dans une région abritée et l'autre dans un terrain très venté, il a constaté un rendement très supérieur dans le deuxième champ (2,875 kg de tubercules par pied au lieu de 1,055 kg) où les plantes ne portaient pas de pucerons alors qu'elles en étaient abondamment pourvues dans le premier. Ceci tient à ce que les pucerons ailés redoutent l'agitation de l'air. Il semble que les pommes de terre, qui sont cependant des plantes fragiles et cas-

santes, ne souffrent pas de vents même assez forts.

En conclusion, les travaux récents effectués en France nous enseignent que les graines de pommes de terre ne donnent des plants portant des tubercules que si le sol contient des mycorhizes, celles-ci étant particulièrement abondantes dans les hautes régions montagneuses. D'où une première méthode pour obtenir des tubercules par semis : semer les graines, directement, en de telles régions ou en serres sur un mélange contenant de la terre en provenant. C'est la méthode Bouget. Ces mycorhizes provoquent une augmentation de la concentration moléculaire du suc cellulaire. Cet accroissement de concentration est la cause directe de la tubérisation, et toutes les fois qu'il se produira, même en l'absence de champignons, des tubercules se formeront, c'est ce que l'on constate dans le deuxième procédé de culture : la méthode aseptique ou méthode du docteur Magrou. Des produits ayant tous les avantages de la jeunesse, en particulier une forte résistance aux agents infectieux, pourront être répandus parmi les agriculteurs lorsque l'obtention de pommes de terre par semis de graines sera assurée par la mise au point définitive de ces deux méthodes. La critique la plus sérieuse que l'on peut actuellement leur faire est de donner des plantes dont il est impossible de prévoir à l'avance les caractères. Ce défaut sera, certainement, corrigé par une sérieuse étude génétique. Une telle étude figure au programme des travaux futurs du laboratoire de Botanique rattaché à l'Observatoire du Pic du Midi à Bagnères-de-Bigorre, qui est actuellement le véritable centre des recherches sur la pomme de terre.

Pierre BECK.

L'Algérie a entrepris de gigantesques travaux d'irrigation, dont les principaux sont constitués par une série de barrages sur le Chélif et ses affluents. L'ensemble des grands barrages algériens qui pourra emmagasiner 900 millions de mètres cubes d'eau permettra d'irriguer 100 000 hectares de terres. La Tunisie va commencer incessamment la réalisation d'un programme d'équipement électrique dont les travaux coûteront un milliard de francs. La première partie comporte l'édification du barrage de Bathan sur la Medjerda, qui fournira, concurrentement avec l'usine déjà existante de la Goulette, le courant aux régions de Tunis et Bizerte. Quant au Maroc, il dépensera 5 milliards pour l'amélioration de son système d'irrigation. Celui-ci comporte déjà les barrages de l'oued N'Fis (50 millions de mètres cubes), des gorges d'El Kansera (230 millions de mètres cubes) irriguant 30 000 ha, de l'oued Mellah (18 millions de mètres cubes) et enfin le barrage de dérivation de Kasbah Tadla, qui dérive vers un canal de 24 km de long un débit de 23 m³/s, suffisant pour irriguer 50 000 ha dans la plaine des Beni Amir. Les travaux qui restent à exécuter et qui sont échelonnés sur une période de soixante ans comportent, outre la construction d'un réseau de distribution et de colature, le forage de puits pour le bétail, l'aménagement de sources, la réalisation de barrages sur l'Oum-el-Rebia à Im'Foutet, la construction d'un canal de dérivation pour l'irrigation de la plaine de Triffas, un barrage sur le Sébou à Melaina et sur l'oued Akhdar (région de Sourlaz). Enfin, l'eau du Sébou disponible après irrigation des terres de son bassin (50 m³/s) sera récupérée par pompage, la puissance nécessaire (160 000 ch) étant fournie par des barrages sur l'Oum-el-Rebia et le Sébou.

LE SÉCHAGE PAR RAYONNEMENT INFRAROUGE

par Maurice DÉRIBÉRE

DANS beaucoup d'opérations industrielles (industrie textile, chimique, poterie, etc.), agricoles ou domestiques (conservation des produits alimentaires par dessiccation), on doit extraire d'un corps, par évaporation à température voisine de la température ordinaire, l'eau ou le solvant qu'il contient. Le séchage est pratiqué depuis la plus haute antiquité et il ne paraissait pas, en raison de sa simplicité, susceptible de progrès importants.

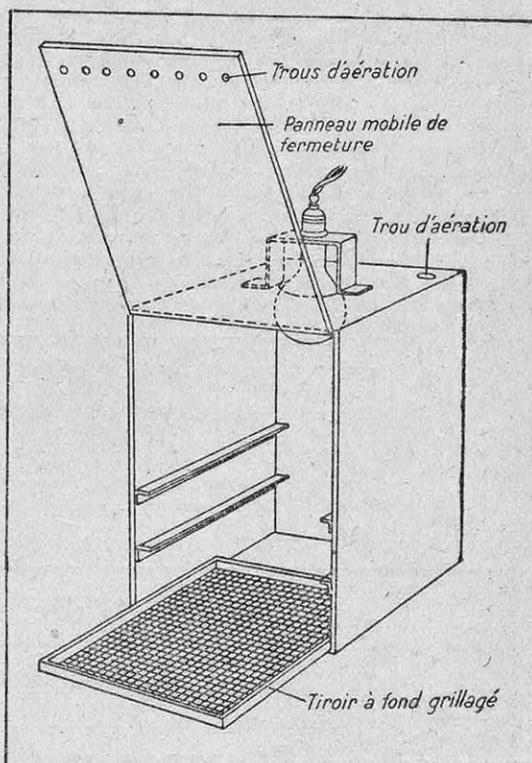
Pourtant les méthodes variées que l'on emploie pour l'accélérer sont loin d'être parfaites. La plupart mettent en œuvre un courant d'air froid ou chaud ou, pour certains séchages délicats, la distillation dans le vide. Le séchage par l'air chaud, s'il a l'avantage d'être rapide, élève brutalement la température superficielle du corps traité, sans échauffer toute sa masse de façon homogène. Il peut en résulter une altération superficielle (croûtage, boursofflure) si l'on a affaire à une substance organique fragile, ou, par suite de la teneur en eau plus forte dans les parties profondes qu'à la surface, des craquelures extrêmement fâcheuses. La distillation sous vide, si elle permet d'opérer à température plus basse, nécessite par contre un appareillage plus compliqué.

Une répartition homogène des calories grâce à l'infrarouge

Depuis un an environ, un procédé nouveau de séchage industriel, développé d'abord aux Etats-Unis, tend à se répandre en France : c'est le séchage par le rayonnement infrarouge. Il utilise la propriété que possèdent les infrarouges de

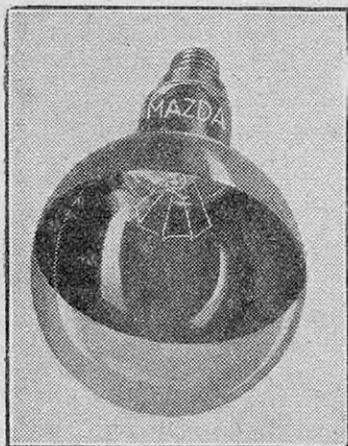
longueur d'onde comprise entre 12 000 et 16 000 angströms de traverser facilement les substances usuelles, et en particulier les substances organiques telles que la kératine (peau, laine), la cellulose (coton, bois, etc.), le caoutchouc, la caséine, etc.

A mesure qu'ils pénètrent dans le corps qu'ils irradient, ils s'y dégradent



T W 22434

FIG. 2. — UNE PETITE ÉTUVE DE SÉCHAGE PAR RAYONS INFRAROUGES



T W 22435

FIG. 1. — UNE LAMPE DE 250 W POUR LE SÉCHAGE PAR RAYONS INFRAROUGES (MAZDA I. R.)

en énergie calorifique, qui apparaît ainsi aussi bien dans les parties profondes qu'à la surface de la substance irradiée. La répartition homogène de la chaleur destinée à accélérer le séchage dans tout le corps traité permet, ou bien d'obtenir plus rapidement la dessiccation en y développant une plus grande quantité de chaleur sans pour cela élever de façon excessive la température de sa surface, ou bien de réaliser le même séchage à température plus basse.

Les lampes à infrarouge

Les rayons infrarouges utilisés sont produits par des lampes à incandescence d'un type spécialement étudié pour présenter un maximum d'intensité de radiation dans la région des longueurs d'ondes comprises entre 12 000 et 16 000 angströms. La production électrique de la chaleur de séchage et la transmission de cette chaleur, sans interposition d'aucun véhicule matériel susceptible d'en gaspiller une partie et jouant un rôle de volant calorifique, donne au procédé une grande souplesse et une grande

économie. On trouve dans le commerce des lampes de 250 W (fig. 1) qui permettent, suivant le nombre des éléments de chauffage employés, de réaliser des étuves de séchage plus ou moins importantes suivant qu'il s'agit de petites installations ménagères ou d'appareils destinés à un hôpital, un laboratoire, etc.

La réalisation d'une étuve

L'étuve la plus simple (fig. 2) se composera d'une caisse de métal ou de bois ignifugé à parois réfléchissantes (aluminium, peinture à l'oxyde de zinc, à la céruse, à l'aluminium). En haut et en bas des orifices seront ménagés pour l'aération. La lampe sera disposée à la partie supérieure et montée de préférence sur une pièce en forme d'U renversé, ce qui assure un meilleur refroidissement de la douille et diminue l'espace occupé dans l'étuve par la lampe. Les produits à sécher sont disposés à 30 cm environ de la lampe, de telle sorte que leur température n'excède pas 60° C. En rapprochant de la lampe le plateau qui les porte, on peut d'ailleurs élever cette température et on arrive ainsi à les torrifier.

Pour des installations plus puissantes et à

débit important, on emploiera quatre ou huit lampes disposées en quinconce, et l'étuve prendra l'aspect d'un tunnel dans lequel les produits traités avancent au fur et à mesure de leur dessiccation.

Les applications du séchage infrarouge

Elles sont innombrables et d'ailleurs évidentes. On emploiera l'infrarouge pour les séchages un peu délicats et aussi toutes les fois qu'on voudra éviter une installation coûteuse. Le séchage à l'infrarouge doit trouver un domaine d'application très étendu dans l'industrie textile et l'industrie des matières plastiques. Le laboratoire du pharmacien, du chimiste, du photographe seront équipés d'étuves extrêmement simples. Enfin, puisque nous sommes aujourd'hui contraints de réserver pour l'hiver une portion importante des produits alimentaires que l'été nous apporte, l'étuve à l'infrarouge permettra de sécher de façon économique des fruits que l'on pourra conserver sans sucre et sans bocaux, des légumes, des champignons, des œufs, etc.

Maurice DÉRIBÉRE.

AVIS IMPORTANT - Numéros disponibles

Voici la liste des numéros disponibles *actuellement*. Tous ces numéros sont expédiés franco contre 7 fr. 50 par exemplaire et 15 francs franco pour les numéros 280, 284 et 292.

223 - 224 - 225 - 226 - 227 - 228 - 229 - 230 - 231 - 232 - 240 - 241 - 242 - 243 - 244 - 245 - 246 - 248 - 249
250 - 251 - 252 - 253 - 254 - 255 - 256 - 257 - 258 - 259 - 276 - 277 - 278 - 279 - 280 - 281 - 282 - 283 - 284
285 - 286 - 288 - 289 - 290 - 291 - 292 - 297 - 301 - 303

Les abonnements ne peuvent commencer avant le numéro 303.

TARIF DES ABONNEMENTS

FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affranchis..... 1 an..... 80 fr.
Envois recommandés 1 an..... 110 fr.

ÉTRANGER (Suisse, Espagne, Portugal)

Envois simplement affranchis..... 1 an..... 150 fr.
Envois recommandés 1 an..... 200 fr.

Les abonnements sont payables d'avance, par chèque postal. — Tout changement d'adresse doit être accompagné de la somme de 2 francs en timbres-poste.

Rédaction et Administration : actuellement : 3, rue d'Alsace-Lorraine - Toulouse (H^e G.) Chèques Postaux : Toulouse 184.05

BULLETIN D'ABONNEMENT (304)

Nom (en majuscules) et prénoms :

Adresse :

Declare m'abonner pour un an, au prix de (tarif ci-dessus), que je vous adresse par Chèque postal 184-05 Toulouse. Le premier numéro à envoyer sera le n^o

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

à toute époque de l'année.

TOUS NOS COURS COMPORTENT DES
EXERCICES PRATIQUES A DOMICILE.

PLACEMENT

A l'heure actuelle, nous garantissons le placement de tous nos élèves opérateurs radiotélégraphistes **DIPLOMÉS**.

L'École délivre des **CERTIFICATS DE FIN D'ÉTUDES** conformément à la loi du 4 août 1942.



RADIO VOLANT



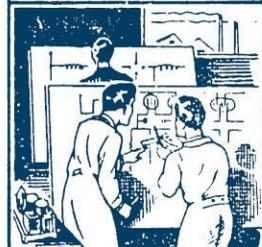
PRD 1
SOUS-INGENIEUR



CHEF-MONTEUR



MARINE MARCHANDE



INGENIEUR



DEPANNEUR

Demander nos notices envoyées

gratuitement sur demande

ECOLE PROFESSIONNELLE RADIOTECHNIQUE

RUE DU MARECHAL LYAUTEY-VICHY-(ALLIER)

Adresse de repli

NITROLAC

LA GRANDE MARQUE DE PEINTURE



Des millions
de
mètres carrés
de références

