

FÉVRIER 1943

N° 306

SCIENCE ET VIE



7 FRANCS

Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires



- 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'École 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

LES MATHÉMATIQUES enseignées par correspondance

Rien n'est à la fois plus facile et plus difficile que d'apprendre les mathématiques. Chaque fois qu'un élève comprend difficilement cette science précise, c'est que les mathématiques lui sont mal enseignées. Mais on peut affirmer que chaque fois que les mathématiques ont été rationnellement enseignées, il y a eu pour l'élève un profit rapide.

Nos cours s'adressent aussi bien aux étudiants qu'aux ouvriers.

Les premiers font dans leurs classes des progrès plus rapides; les seconds comprennent de mieux en mieux la technique de leur métier.

Ces cours de mathématiques, divisés en six degrés, ont été dosés avec tant de soin que l'un de ces cours au moins répond à n'importe quel cas qu'on nous présente.

Celui qui ne sait rien pourra commencer par le cours d'initiation.

Le deuxième degré correspond aux cours complémentaires des E. P. et à ce qu'un bon ouvrier et un contremaître doivent connaître.

Le troisième cours correspond au Brevet élémentaire ou à ce que doit savoir un adjoint technique ou agent de maîtrise.

Le quatrième degré est du niveau du Baccalauréat ou des Ecoles professionnelles ainsi que des connaissances que doit posséder un technicien ou sous-ingénieur.

Le cinquième correspond à l'enseignement donné dans les Ecoles techniques du niveau des Ecoles d'Arts et Métiers. C'est l'instruction que doit posséder toute personne voulant exercer dans l'industrie des fonctions d'ingénieur. Il sert de transition entre les cours de Mathématiques élémentaires et ceux des Mathématiques spéciale.

Le sixième et le septième préparent à l'admission aux Grandes Ecoles.

Ce que nous venons de dire pour les Mathématiques s'applique intégralement à la Physique et à la Chimie.

Le succès de l'enseignement que nous donnons repose d'ailleurs sur trois bases essentielles :

1° Les cours sont divisés en un nombre de degrés tel qu'il est possible d'avoir un enseignement bien particulier pour chaque catégorie d'élèves se présentant à nous.

2° Le style des cours, dont la plupart ont été sténographiés sur les leçons du professeur s'il n'est pas aussi académique que celui d'un ouvrage de librairie où l'auteur s'est ingénié à polir ses phrases, a l'avantage d'être plus vivant, plus explicite, plus clair. L'élève y a tout à gagner.

3° Dans la plupart des classes, on ne fait pas assez de problèmes. Or, un cours de mathématiques ou de physique et chimie ne s'apprend véritablement que par une gymnastique considérable de problèmes. Après avoir appris son cours, plus on fait de problèmes, plus on fait de progrès.

C'est ainsi que nous avons organisé notre enseignement : *de nombreux problèmes soigneusement corrigés et commentés.*

Les élèves ayant suivi avec profit l'un de nos cours pourront subir un examen et obtenir l'un des diplômes correspondant à leur cours.

On trouve également, dans ces différents cours, les éléments de préparation à tous les examens et concours existants.

Cet enseignement est donné par

L'ÉCOLE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET APPLIQUÉES

Section importante de l'Ecole du Génie civil, installée en zone libre, 3, rue du Lycée, Nice.

Envoi gratuit du programme

Joindre un timbre pour la réponse.

LES MÊMES COURS ONT LIEU A PARIS,
152, Avenue de Wagram, 152 — PARIS (XVII^e)

SEULE la méthode A. B. C.

permet à un débutant de réussir des croquis d'après nature dès la 1^{re} leçon

La méthode A. B. C. de Dessin connaît en 1942 le même succès qui l'accueillit en 1919.

Car elle demeure la MÉTHODE ESSENTIELLEMENT MODERNE.

EN QUOI ?

Parce que s'attachant à développer rapidement la personnalité de chaque élève elle rejette, pour cette raison, le procédé désuet de la copie ;

Parce que, de ce fait, elle s'adapte à l'évolution de la vie, aux goûts, aux modes, aux besoins de notre époque où le dessin tient une place importante et si justifiée.

La méthode A. B. C. est moderne parce qu'elle est vivante.



Croquis de caractère d'un de nos élèves devenu notre collaborateur.

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.

BROCHURE GRATUITE

Écrivez à l'adresse ci-dessous pour demander la brochure de renseignements (joindre 5 francs en timbres pour tous frais). Spécifiez bien le cours qui vous intéresse : Cours pour enfants ou pour adultes.



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

ÉCOLE A. B. C. DE DESSIN

(Section
C. B. 7)

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

Z. N. O. : 6, Rue Bernardotte - PAU (Basses-Pyrénées)

CECI INTÉRESSE

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

Une occasion unique de vous renseigner de la façon la plus complète sur toutes les situations quelles qu'elles soient et sur les études à entreprendre par correspondance pour y parvenir vous est offerte par

L'ÉCOLE UNIVERSELLE par correspondance de Paris

Elle vous adressera gratuitement sur demande celle de ses brochures qui vous intéresse :

- BROCHURE L. 7.766.** — 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, Concours pour le recrutement des élèves maîtres, Certificat d'aptitude pédagogique, etc.
- BROCHURE L. 7.767.** — 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 L. 7.768.** — 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 L. 7.769.** — GRANDES ÉCOLES SPÉCIALES : Agriculture, Industrie, Travaux Publics, Mines, Commerce, Enseignement, Beaux-Arts, Assistance, etc.
- BROCHURE L. 7.770.** — CARRIÈRES DE L'INDUSTRIE, des MINES et des TRAVAUX PUBLICS : Ingénieur (diplômé d'État), Sous-Ingénieur, Dessinateur, Conducteur, Chef de chantier, Contremaître, etc.
- BROCHURE L. 7.771.** — CARRIÈRES DE L'AGRICULTURE et du GÉNIE RURAL, etc.
- BROCHURE L. 7.772.** — CARRIÈRES DU COMMERCE (Administrateur commercial, Secrétaires, Correspondancier, Sténo-Dactylo, Représentant, Services de publicité, Teneur de livres), de l'INDUSTRIE HOTELIÈRE, des ASSURANCES, de la BANQUE, de la BOURSE, etc.
- BROCHURE L. 7.773.** — ORTHOGRAPHE, REDACTION, VERSIFICATION, CALCUL, DESSIN, ÉCRITURE, etc.
- BROCHURE L. 7.774.** — LANGUES VIVANTES (Anglais, Allemand, Italien, Espagnol, Arabe, Annamite), TOURISME (Interprète), etc.
- BROCHURE L. 7.775.** — AIR, RADIO, MARINE : Pont, Machine, Commissariat, T. S. F., etc.
- BROCHURE L. 7.776.** — SECRÉTARIATS, BIBLIOTHÈQUES, JOURNALISME (Rédaction, Administration, Direction), etc.
- BROCHURE L. 7.777.** — ÉTUDES MUSICALES : Solfège, Harmonie, Composition, Piano, Violon, Flûte, Clarinette, Instruments de jazz, Professorats, etc.
- BROCHURE L. 7.778.** — ARTS DU DESSIN : Dessin pratique, Anatomie artistique, Dessin de Mode, Illustration, Composition décorative, Aquarelle, Gravure, Peinture, Fusain, Pastel, Professorats, Métiers d'Art, etc.
- BROCHURE L. 7.779.** — MÉTIERS DE LA COUTURE, de la COUPE, de la MODE, de la LINGERIE, de la BRODERIE : Petite main, Première main, Vendeuse, Retoucheuse, Modéiste, Professorats, etc.
- BROCHURE L. 7.780.** — ART DE LA COIFFURE ET DES SOINS DE BEAUTÉ : Coiffeuse, Manucure, Pédicure, Masseur, etc.
- BROCHURE L. 7.781.** — CARRIÈRES FÉMININES dans toutes les branches d'activité.
- BROCHURE L. 7.782.** — TOUTES LES CARRIÈRES ADMINISTRATIVES : Secrétariats d'État, Administrations financières, Inspection du Travail, Banques, Magistrature, Police, P. T. T., Ponts et Chaussées, Chemins de fer, Préfectures, Mairies.
- GRACE AUX COURS PAR CORRESPONDANCE DE L'ÉCOLE UNIVERSELLE, chacun peut acquérir CHEZ SOI, quelle que soit sa résidence, à ses heures de loisir, quelles que soient ses occupations, facilement, quelles que soient ses études antérieures, avec le minimum de frais et dans le minimum de temps, toutes les connaissances utiles pour occuper la situation dont il se sent digne. Ceux des cours par correspondance de l'École Universelle qui préparent aux examens et aux concours publics assurent chaque année à leurs élèves

DES MILLIERS DE SUCCÈS

Outre la brochure qui vous intéresse, demandez tous les renseignements et conseils spéciaux dont vous pouvez avoir besoin. Ils vous seront fournis à titre absolument gracieux et sans aucun engagement de votre part.

ÉCOLE UNIVERSELLE

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



PARENTS, JEUNES GENS !... Sachez regarder par-dessus les difficultés du présent. L'avenir appartiendra aux spécialistes, à tous ceux qui auront su se mettre en mains le meilleur atout, le meilleur capital qu'il soit... **UN BON MÉTIER DANS LA RADIO...**
SUIVEZ NOS COURS PAR CORRESPONDANCE
 ou sur place. Notre Ecole, dirigée par le Cdt DUPONT, ancien professeur aux Ecoles militaires, vous donnera le maximum de chances de succès aux examens officiels. PRÉPAREZ LES CARRIÈRES INDUSTRIELLES OU ADMINISTRATIVES DE LA RADIO.

N'hésitez pas à nous demander conseil. ÉCRIVEZ-NOUS !

ÉCOLE de RADIOÉLECTRICITÉ et de TÉLÉVISION de LIMOGES

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

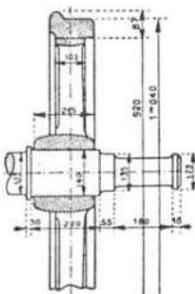
Monsieur le directeur Veuillez m'adresser, sans engagement de ma part, la documentation GRATUITE concernant votre ÉCOLE et plus particulièrement le cours de.....

P.R.D. 1

NOM PRÉNOMS

ADRESSE

Devenez en quelques mois un vrai DESSINATEUR INDUSTRIEL



Le nouveau cours de dessin industriel de l'Ecole du "DESSIN FACILE" donne aux élèves la formation complète exigée de ceux qui veulent entrer dans les bureaux d'études de toutes les industries. Il ne suffit pas, en effet, de savoir utiliser correctement les instruments de dessin et de tracer convenablement les traits et les courbes. Il faut en outre "réaliser" les formes des pièces dessinées, comprendre les raisons qui ont déterminé le choix de leur contour et distinguer les motifs techniques qui ont conduit à une solution mécanique. C'est pourquoi chaque leçon du cours de dessin industriel est complétée par un exposé de technologie qui familiarise les

élèves avec les problèmes qu'ils rencontreront le plus souvent dans l'industrie.

Fidèle à une méthode qui lui a valu un prodigieux succès dans l'enseignement du dessin par correspondance, l'Ecole du "DESSIN FACILE" donne au cours de dessin industriel la valeur d'un véritable enseignement particulier. Chaque élève envoie des devoirs à intervalles réguliers et ces devoirs lui sont retournés corrigés et accompagnés de conseils personnels qui le maintiennent dans la voie des progrès les plus rapides.

BON pour une notice gratuite
 S.V.30, sur le cours
 de dessin industriel.
"LE DESSIN FACILE"
 11, rue Keppler — Paris-16^e
 Annexe : "LE DESSIN FACILE"
 à Bandol (Var)

ECOLE SPECIALE DE T.S.F.

Normalement à **PARIS** SECTION DE L'ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL Fondée en 1917 Pendant la guerre: **NICE**
Sauf pendant la guerre 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 armées 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-DÉPANNEUR

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 timbres)

COURS SUR PLACE

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



ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL AIR ET INDUSTRIE ET MARINE

PARIS, 152, Avenue Wagram
 SECRÉTARIAT 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.

COMMERCE - DROIT
 Secrétaire, Comptable et Directeur, capacité en droit, études juridiques.

AGRICULTURE
 Agriculture générale, Mécanique et Génie agricole.

ADMINISTRATIONS
 PONTS ET CHAUSSEES ET GENIE RURAL (adjoint 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. Les élèves de nos cours Armée, Air, Marine, pourront se préparer à des Administrations de niveau équivalent.

LYCÉES - ÉCOLES NATIONALES
 Préparation à l'entrée à toutes les Ecoles nationales, secondaires, techniques et supérieures et aux Baccalauréats.

AVIATION CIVILE
 Brevets de Navigateurs aériens. Concours d'Agents techniques et d'ingénieurs adjoints, Météorologistes, Opérateurs radioélectriciens, Chefs de poste.

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

MARINE MARCHANDE
 L'Ecole privée d'Enseignement maritime de Nice ouverte par décision ministérielle prépare sur place aux examens ou concours d'élève officier au long cours et officier mécanicien de 2^e classe et d'opérateur radio de 1^{re} et de 2^e classe et par correspondance à ceux d'officier mécanicien de 2^e classe et d'opérateur radio de 1^{re} et 2^e classé et de Capitaine de la Marine marchande.

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

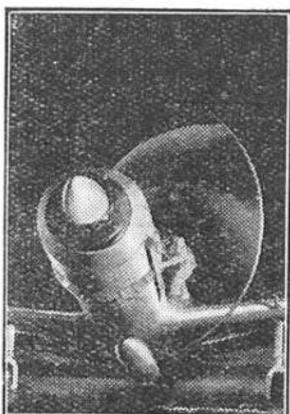
SCIENCE ET VIE

Tome LXIII - N° 306

SOMMAIRE

Février 1943

- ★ Une année de guerre mondiale, par le général Brossé, du cadre de réserve..... 51
- ★ Aux frontières de la matière et de la vie : les virus-protéines, par A. Vandel... 65
- ★ Les progrès des gazogènes à bois et à tourbe, par Henri Doyen 71
- ★ L'aviation japonaise en 1942, par Jules Chenac..... 79
- ★ Le traitement rationnel des ordures ménagères, par R. Martin 85
- ★ Le problème des ersatz : cuir de requin, par H. F. ... 96
- ★ Les A Côté de la Science, par V. Rubor..... 97

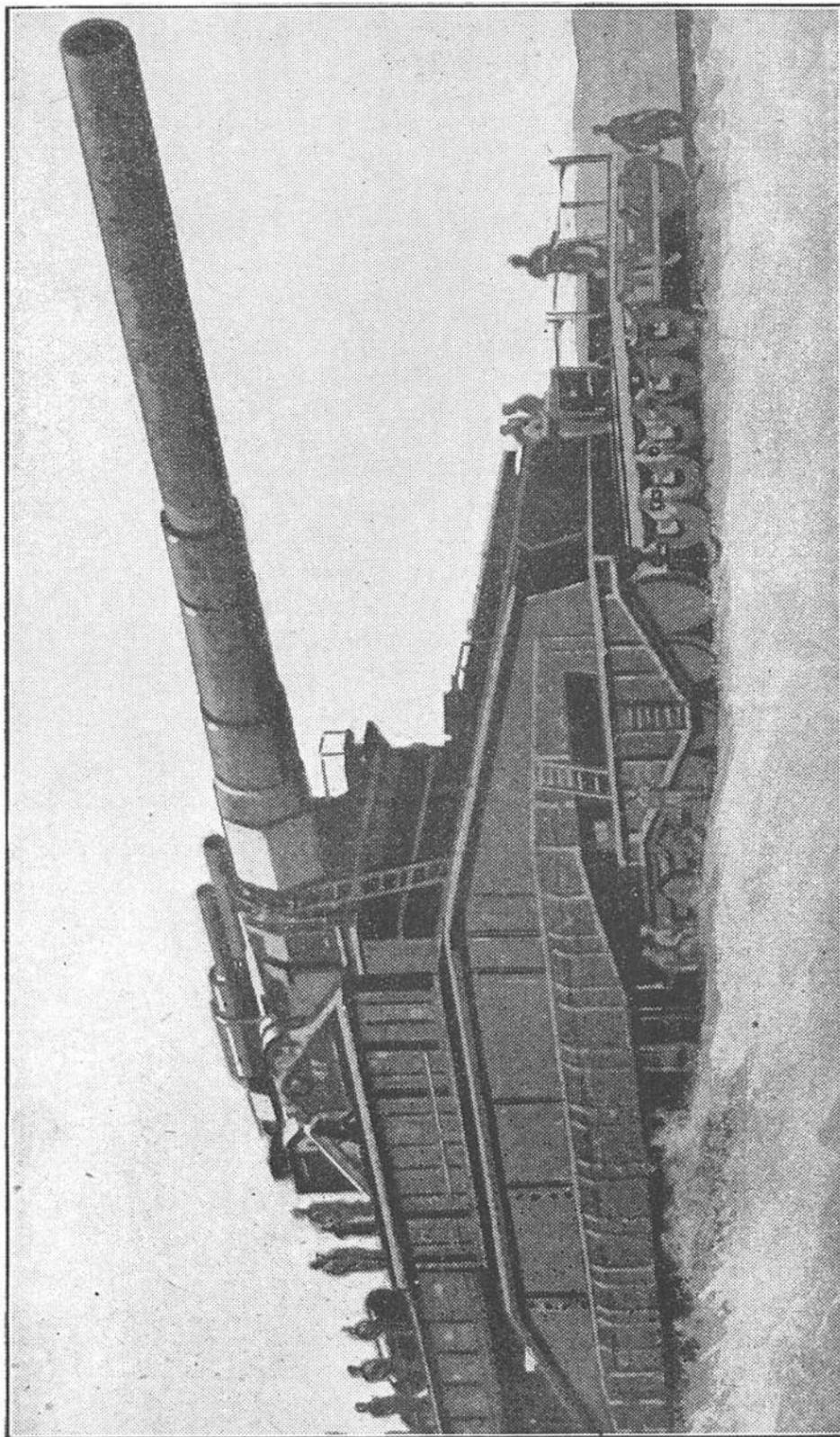


T W 23510

La guerre du Pacifique a été féconde en surprises de toutes sortes. Dès les premiers jours, en particulier, l'aviation japonaise, dont on ne connaissait guère à l'étranger que les types d'appareils déjà anciens, s'est révélée de qualité supérieure aux formations anglo-saxonnes d'Extrême-Orient, équipées d'un matériel de deuxième zone, et a contraint les Américains à dépêcher vers l'Australie leurs avions les plus modernes. La couverture du présent numéro représente un chasseur de la marine japonaise, le Mitsubishi « S.00 », remarquable par ses qualités de grimpeur et doté d'un armement puissant. Comme tous les appareils japonais, le « S.00 » est spécialement adapté au combat au-dessus des océans, et son réservoir auxiliaire largable, que l'on aperçoit sous le fuselage, lui confère un rayon d'action très étendu. (Lire l'article page 79 du présent numéro.)

« La Science et la Vie », magazine mensuel de 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 », Février mil neuf cent quarante-trois. Registre du Commerce : Toulouse 3235 B. Abonnements : France et Colonies, un an : quatre-vingts francs.



T W 23511

CANON LOURD ALLEMAND SUR VOIE FERRÉE DEVANT SÉBASTOPOÛL

La forteresse de Sébastopol, dont les Allemands brisèrent la résistance avant de commencer leur avance vers le Caucase, est entourée d'une série de hauteurs dont la roche calcaire permet de multiplier les petits ouvrages défensifs. Mais les piliers de la défense étaient constitués par quelques ouvrages très puissants tel que le fort « Maxim Gorki » (fig. 3). La destruction de ces forts a nécessité l'emploi des plus lourdes bombes de « Stukas » et la mise en œuvre de canons et de mortiers géants d'une puissance encore jamais égalée. La photographie ci-dessus représente un canon de très gros calibre, porté par un affût-truck à la fois très haut et très large. L'affût, qui voyage en plusieurs éléments et que l'on monte au moment de la mise en batterie, se déplace sur un épi courbe à voie double, solution ingénieuse qui permet de supporter le recul du coup avec un affût plus court, et par conséquent de réduire le rayon de courbure de l'épi, et qui a l'avantage de fractionner l'énorme charge que représente la pièce.

UNE ANNÉE DE GUERRE MONDIALE

par le général BROSSÉ
du cadre de réserve

Depuis la fin de 1941 deux coalitions s'affrontent, entraînant dans leur orbite la presque totalité des nations du monde : les puissances de l'axe d'une part et d'autre part l'alliance des Anglo-Saxons et de l'U.R.S.S.. Dans cette lutte des nations pauvres, mais qui emploient toutes leurs ressources à la guerre, contre les nations abondamment pourvues mais qui, à l'exception de l'U.R.S.S., ont longtemps négligé de développer leur potentiel guerrier, l'avantage est presque toujours revenu aux premières sans qu'elles aient pu toutefois emporter la décision. C'est dans les usines et les chantiers où se prépare le matériel des prochaines campagnes que cette décision s'élabore au rythme toujours plus rapide des machines-outils.

L'extension de la guerre en 1942

EN 1940, la guerre, jusque-là circonscrite à l'Europe, avait gagné le Proche Orient. En décembre 1941, elle a englobé la terre entière. Cette extension proprement mondiale des hostilités a imprimé aux multiples campagnes de 1942 leurs caractéristiques essentielles.

D'une part, la répercussion des événements survenus sur une partie quelconque du globe s'est fait sentir sur les théâtres les plus éloignés, jusqu'à l'autre extrémité du monde.

D'autre part, les belligérants étant répartis sur les cinq continents et séparés par des nappes marines parfois immenses, la lutte a exigé la mise en œuvre des moyens les plus variés, navals, aériens et terrestres.

Le conflit d'Europe et le conflit d'Extrême Orient, qui n'avaient jusque-là que des relations très lointaines, se sont fondus en une seule guerre. Toutefois, dans cette rencontre gigantesque, il convient de dégager une hiérarchie entre les divers fronts. Malgré six mois de ralentissement des opérations, le front germano-russe n'a pas cessé un seul instant d'être au premier plan; c'est celui où s'affrontent les masses d'hommes les plus considérables, et où la lutte ne peut se terminer que par l'anéantissement d'un des principaux adversaires.

Pour ravitailler leurs armées d'outre-mer et leurs alliés éloignés, les puissances anglo-saxonnes ont dû soutenir dans des conditions difficiles une lutte de tous les jours pour la défense de leurs communications maritimes. Les batailles de l'Atlantique, du Pacifique, de l'océan Arctique, de la Méditerranée ont montré en 1942 l'évolution profonde de la lutte aéronavale, évolution qui tient à ce que l'avion n'a pas, dès le premier jour des hostilités, donné toute la mesure de ses possibilités.

L'ÉVOLUTION DE LA LUTTE AÉRONAVALE

L'efficacité des attaques aériennes contre les bâtiments de guerre

Au début du conflit actuel, on pouvait croire que la maîtrise de la mer était assurée à celui

des deux partis qui possédait la flotte la plus puissante; mais, au bout de peu de semaines, l'expérience prouva que les avions de bombardement en piqué, ainsi que les avions torpilleurs agissant à très faible altitude, étaient pour les navires de guerre des adversaires extrêmement redoutables, contre lesquels les unités navales, même les plus importantes, n'avaient pas été dotées de moyens de défense suffisants (1).

La destruction du *Prince of Wales* et du *Repulse*, au large des côtes de Malaisie, le 8 décembre 1941, vint confirmer les conclusions qu'on avait déjà pu tirer des opérations de Norvège et de Crète : une force navale qui n'est pas suffisamment protégée par l'aviation de chasse est rapidement détruite si elle est attaquée par des formations de bombardiers piqueurs ou torpilleurs. En d'autres termes, la maîtrise de la mer revient, dans une zone déterminée, à celui des deux antagonistes qui possède la supériorité aérienne, quelle que soit la valeur de ses moyens de surface. La contre-épreuve fut fournie le 12 février par le forçement du Pas de Calais par l'escadre allemande comprenant le *Scharnhorst* et le *Gneisenau*, puissamment protégée par l'aviation de chasse (2).

Or, comme on le sait, par suite du faible rayon d'action des appareils de chasse, un avantage décisif est acquis, dans la lutte aérienne, à celle des aviations rivales qui dispose de terrains rapprochés, alors que les forces de l'air opposées ne peuvent utiliser que des bases lointaines. L'adversaire, il est vrai, a la ressource de mettre en œuvre des escadrilles de chasse amenées à proximité par des porte-avions. Mais les faits ont prouvé que ces plates-formes flottantes sont extrêmement vulnérables et que les éléments aériens qu'elles transportent ne peuvent, avec chances de succès, entrer en compétition avec des groupements partant d'aérodromes terrestres rapprochés. Malgré cette vulnérabilité, le porte-avions a vu son rôle gagner en importance, particulièrement dans les immenses espaces de l'océan Pacifique.

(1) Voir : « La défense antistukas des navires de combat », dans *La Science et la Vie* de juin 1942.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 296 (avril 1942).

La sensibilité des communications maritimes

On peut de là déduire une règle dont les conséquences sont importantes : Qui possède le littoral, alors que les territoires occupés par l'ennemi sont très éloignés, exerce la maîtrise de la mer jusqu'à une distance correspondant au rayon d'action pratique de ses appareils de chasse. Cette règle prend une importance particulière dans les mers étroites.

Or, une des plus utiles à la coalition des deux grandes puissances maritimes, la Méditerranée, se présente comme un couloir dont l'axe tenait naguère partiellement les deux côtés : la Sardaigne, la Sicile et la Crète au nord, la côte libyenne au sud. Malte constitue une terrasse trop exigüe et trop exposée aux bombardements pour que l'aviation de chasse britannique puisse s'en servir efficacement pour garantir la protection de ses bâtiments de guerre et de commerce.

Il en résulte que ceux-ci n'ont plus pu, pendant tout le courant de l'année 1942, utiliser la route la plus directe des Indes. L'isthme de Suez n'est plus fréquenté depuis longtemps. Les convois de troupes et de matériel à destination de l'Égypte, du golfe Persique ou d'Extrême-Orient doivent faire un énorme détour et contourner toute l'Afrique. Non seulement la durée des parcours était ainsi plus que doublée, mais la rotation des cargos étant devenue au moins deux fois plus longue, les transports absorbaient un tonnage beaucoup plus considérable.

Les mêmes causes fournissent l'explication des pénibles difficultés qu'éprouvent les Anglo-Saxons à ravitailler l'U.R.S.S. en armes et en munitions par la voie de Mourmansk et d'Arkhangelsk. La route maritime qui passe près du cap Nord est bien libre de glace en toute saison, mais elle est resserrée entre le littoral et la banquise polaire. L'aviation de chasse allemande, qui dispose de nombreux terrains le long de la côte norvégienne, possède une supériorité aérienne absolue sur ce chenal étroit. Par suite, les convois britanniques et américains qui s'y engagent s'exposent à des pertes extrêmement lourdes. Le souci de sauvegarder les lignes de communication restées relativement sûres ou d'améliorer la protection des plus menacées explique le déclenchement de certaines opérations secondaires qui passeraient sans cela pour une inutile dispersion de forces : telles la conquête de Madagascar (5 mai-6 novembre), sur la route du Cap, et les tentatives anglaises de liquider le théâtre d'Afrique du Nord.

La lutte aéronavale

En même temps que l'efficacité toujours plus grande des attaques de l'aviation contre les bâtiments de guerre modifiait les conditions relatives à la maîtrise de la mer, l'accroissement du rayon d'action des bombardiers piqueurs permettait à ceux-ci d'apporter aux sous-marins, à grande distance des côtes, un concours des plus utiles. Quand en effet un convoi se trouve assailli à la fois par des formations aériennes et sous-marines, les navires d'escorte, obligés de se défendre contre les « Stukas », se dispersent plus ou moins, et les cargos se trouvent exposés aux attaques des sous-marins qui, libres de leurs mouvements, placent leurs torpilles avec une beaucoup plus grande précision ou même peuvent agir en surface.

Ainsi, les progrès de l'arme de l'air ont complètement transformé la physionomie de la bataille sur mer. Ces effets ont été d'autant plus accusés, en 1942, que l'efficacité des « Stukas » de la Luftwaffe a bénéficié d'une invention nouvelle, la mise en service de bombes-fusées, dont le principe, connu depuis des siècles, n'avait pas encore reçu une application pratique (1). Les résultats si décisifs obtenus dans les attaques contre les convois anglo-saxons, en Méditerranée et dans l'océan Glacial, au cours de l'été dernier, s'expliquent par l'apparition imprévue de cette innovation technique.

LA SURPRISE STRATEGIQUE D'EXTRÊME-ORIENT (7 décembre 1941)

La situation des deux coalitions opposées en Asie orientale à la fin de 1941

L'agression japonaise contre les îles Hawaï, les Philippines, les ports britanniques de Chine, la Malaisie et les Indes Néerlandaises a éclaté véritablement comme un coup de tonnerre dans un ciel non pas certes absolument pur, mais parsemé seulement de nuages qui ne paraissaient pas de nature à déchaîner l'orage. Non seulement les deux nations anglo-saxonnes ne s'attendaient aucunement à ce brusque déclenchement, mais elles n'avaient rien préparé pour résister à l'attaque ou pour y répondre.

Les États-Unis vivaient en pleine paix. On sait que les huit cuirassés qui constituaient l'élément principal de leur flotte du Pacifique se trouvaient dans le port de Pearl Harbor, amarrés deux par deux, quand ils furent assaillis par les avions torpilleurs nippons (2).

L'Angleterre, absorbée par les préoccupations concernant la protection de son propre sol et la lutte sévère où elle était engagée, en Méditerranée et en Libye, n'avait laissé à la garde de ses possessions d'Extrême Orient que des forces peu nombreuses et d'assez faible valeur, des unités navales rares et souvent anciennes, et une aviation extrêmement réduite. L'Inde était dépourvue d'une partie de ses effectifs.

Les Russes, dont toutes les ressources étaient accaparées par les exigences de la gigantesque bataille qu'ils menaient contre un envahisseur parvenu au cœur de leur pays, étaient dans l'impossibilité d'entamer des opérations de large envergure en Mandchourie.

La Chine qui, depuis plusieurs années, se débattait énergiquement sous l'étreinte des armées de l'Empire du Soleil Levant, n'était pas en état d'accroître son effort.

Ainsi, malgré l'importance de leur potentiel belliqueux et le chiffre élevé de leur population, les adversaires contre lesquels venaient de se lancer les armées nipponnes étaient-ils momentanément réduits à l'impuissance dans le Pacifique occidental. Or l'Asie orientale est séparée de l'Amérique du Nord, comme de l'Europe, par des milliers de kilomètres. Dans les conditions où ils se trouvaient, les membres de la coalition anglo-saxonne ne pouvaient envoyer un corps expéditionnaire considérable dans les mers de Chine, avant un très long délai. Le Japon, au contraire, avait minutieusement préparé son intervention et construit, avec

(2) Voir : « La guerre dans le Pacifique », dans

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 301, sept. 1942. *La Science et la Vie*, juillet 1942, n° 299.

une volonté tenace et un remarquable esprit de suite, d'imposants moyens matériels de toute nature, appropriés aux besoins de son offensive.

Les conséquences de la surprise

Ainsi s'explique qu'après s'être débarrassés des quelques bâtiments modernes que les Etats-Unis et l'Angleterre entretenaient sur place ou envoyèrent au moment de l'action, l'Empire du Mikado se trouva posséder la maîtrise de la mer et celle du ciel pour une très longue période.

Les conséquences de cette surprise stratégique d'immense envergure furent incalculables :

hâtivement de contrées lointaines et n'ayant pas eu le temps de s'agglomérer en formations solides, ont chassé les Américains et les Anglais d'Extrême Orient, conquis toute l'Insulinde et isolé presque complètement les armées du gouvernement de Tchoung King. Ils se sont en outre rendus maîtres de tous les points d'appui qui, sur l'immense zone du Pacifique, leur offrent des bases aériennes et navales favorables pour conduire la lutte, dans l'éventualité d'une offensive aéronavale de la coalition anglo-saxonne.

Ce prodigieux ébranlement ne s'est pas arrêté là : il s'est communiqué aux contrées voisines. Depuis que la mousson a interrompu les opéra-

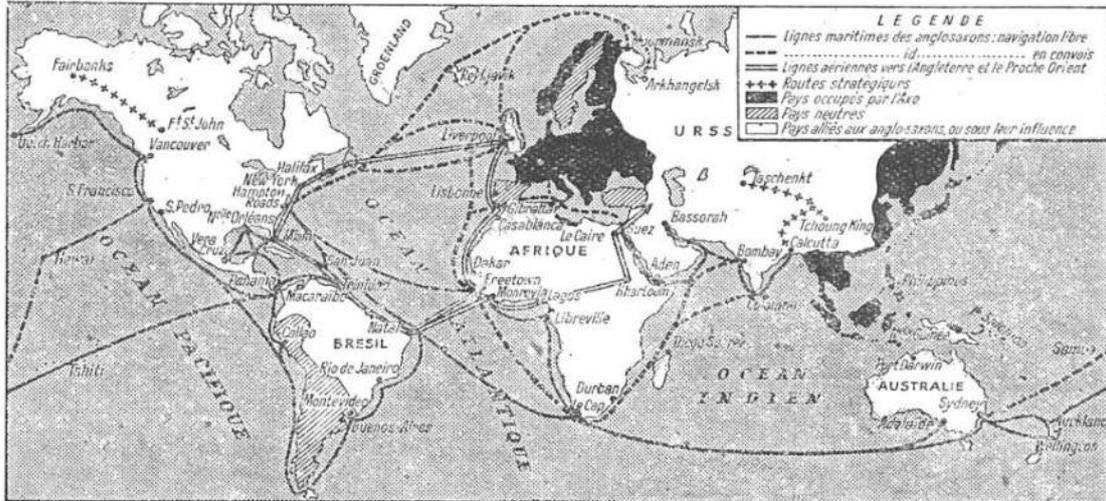


FIG. 1. — LE MONDE EN GUERRE EN 1942

T W 23512

Les pays anglo-saxons et leurs alliés, contrôlent la plus grande partie des terres émergées et leur maîtrise relative de la plupart des mers leur donne l'accès de la majorité des marchés neutres. Ils se trouvent par conséquent favorisés au point de vue de leur approvisionnement en matières premières. Mais ils souffrent encore du retard initial de leur réarmement, et surtout ils sont séparés des théâtres d'opérations par d'énormes distances et doivent emprunter pour les ravitailler des lignes maritimes longues et dangereuses. Au contraire, les pays de l'axe, moins favorisés au point de vue des matières premières, ont, en plus de l'avance initiale de leur réarmement, l'avantage de manœuvrer sur des lignes intérieures, le plus souvent continentales, et en tout cas moins exposées aux entreprises de l'ennemi.

Les Etats-Unis, dont les forces navales se trouvaient affaiblies par les pertes subies au cours de l'agression initiale et qui étaient coupés de l'Asie, n'ont pas réagi directement et ont laissé les garnisons des Philippines faire face seules à des adversaires très supérieurs en nombre et en matériel. Hong-Kong est tombé en quelques jours. La Malaisie et Singapour, n'ayant reçu que des renforts médiocres, sans cohésion et manquant d'aviation et de chars, ont été conquis avec une surprenante rapidité (11 janvier-11 février). Les Indes néerlandaises, presque privées de tout soutien extérieur, n'ont fait qu'une courte résistance. Même en Birmanie, les Britanniques n'ont pu amener en temps voulu que des moyens insuffisants et ont dû, malgré l'appui des Chinois, céder à la pression des assaillants et se replier au delà de la frontière de l'Inde, abandonnant la liaison avec les troupes de Tchang Kaï Tchek, qui rétrogradaient vers le Yunnan (chute de Rangoon, 27 février; chute de Mandalay, 1^{er} mai).

Ainsi, en moins de cinq mois, les Nippons, qui n'ont trouvé devant eux que de faibles éléments et des détachements hétéroclites, tirés

au nord du golfe du Bengale, l'Inde menacée est fortement secouée par de violents mouvements de séparatisme et l'Australie voit avec inquiétude l'ennemi l'investir peu à peu, en s'installant dans les archipels qui forment pour elle une ceinture protectrice du côté de la Mélanésie.

En Afrique, le gouvernement de Londres a dû retirer de Cyrénaïque les troupes australiennes et une partie des unités indiennes qui appartenaient à la 8^e Armée impériale. Celle-ci, qui n'avait cessé de progresser jusqu'au début de 1942, a été contrainte de s'arrêter, puis, en juillet, de reculer précipitamment sous la pression de l'Afrika Korps (chute de Tobrouk le 21 juin). Enfin, Anglais et Américains avaient proclamé hautement leur intention de détacher des fractions plus ou moins importantes en U.R.S.S., pour prêter leur aide aux masses soviétiques durement refoulées. Ces velléités ont été sans cesse en s'atténuant et ont finalement cessé de se manifester : aucun élément anglo-saxon n'a pris part, au cours de l'été, aux batailles du Caucase. A la fin d'octobre seulement, à la suite de la longue trêve qui a régné

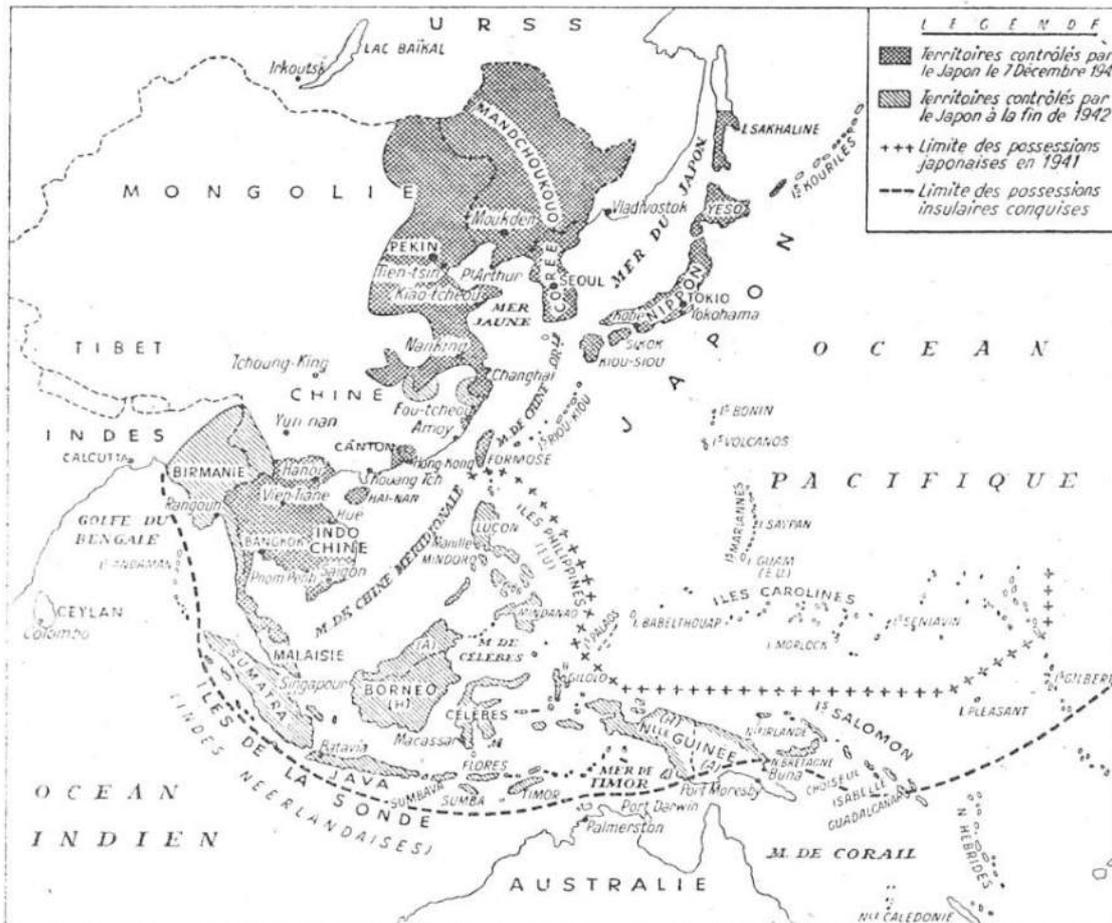


FIG. 2. — L'EXPANSION JAPONAISE DANS LE PACIFIQUE ET EN ASIE AU COURS D'UNE ANNEE DE GUERRE T W 23515

sur la frontière des Indes et en Egypte, les deux puissances anglo-saxonnes ont pu réunir des moyens suffisants pour reprendre l'initiative des opérations, refouler leurs adversaires en Libye et envahir l'Afrique du Nord.

L'idée préconçue sur les intentions de l'ennemi, responsable de la surprise

Comment une surprise qui contenait en germe une si longue série de catastrophes a-t-elle pu se produire ?

En ce qui concerne l'Angleterre, nous avons été renseignés à ce sujet par M. Winston Churchill lui-même : dans une allocution radiodiffusée du 15 février 1942, l'homme d'Etat britannique a déclaré qu'il avait pensé que cette guerre n'aurait pas lieu, « doutant que le Japon se lançât dans un conflit contre les Etats-Unis et la Grande-Bretagne, alors qu'il n'avait pas attaqué l'Angleterre seule dans ses moments les plus difficiles ».

Il résulte de cette affirmation que la suite de terribles difficultés qui ont assailli si longtemps l'Empire britannique est due, pour une large part, à l'oubli, par les autorités chargées de conduire la guerre, d'un principe militaire

essentiel, consistant à « ne jamais prendre pour base de ses décisions une idée préconçue sur les intentions de l'ennemi ». C'est la même erreur qu'avait commise, avant 1914, notre haut commandement qui, dans l'établissement de son plan de campagne, avait admis, comme une réalité indiscutable, pour des motifs d'ailleurs très raisonnables, mais nullement certains, que l'offensive allemande ne dépasserait pas, au nord, la Meuse, dans sa traversée de la Belgique. Nos graves revers de la bataille des frontières proviennent avant tout de cette fausse conception.

Un commandant en chef est tenu d'envisager toutes les hypothèses plausibles sur les desseins de l'adversaire et d'adopter une solution assez souple pour lui permettre, quoi qu'il adienne, de faire face à ces diverses éventualités. Le Japon pouvait, jusqu'alors, avoir bien des raisons pour différer son attaque contre la Grande-Bretagne. Peut-être a-t-il longtemps espéré venir à bout de la Chine, malgré l'aide apportée aux armées de Tchang Kaï Tchek par l'Amérique et l'Angleterre. Peut-être a-t-il attendu que ses préparatifs militaires fussent achevés ou encore que l'U.R.S.S. fût engagée à fond dans une guerre européenne et incapable, par suite, d'agir avec de puissants effectifs

en Extrême Orient. Il était donc téméraire, de la part du gouvernement de Londres, d'adopter comme fondement des résolutions à prendre en Europe et dans le Moyen Orient, une opinion à priori qui n'avait aucun caractère de certitude sur les projets du Japon.

On conçoit d'ailleurs mal que l'Intelligence Service n'ait pas fourni au Cabinet de guerre anglais des informations plus véridiques sur la tension qui régnait dans les sphères japonaises et sur l'activité fébrile avec laquelle étaient poussés, dans l'Empire du Soleil Levant, les préparatifs belliqueux. Tous les voyageurs qui au cours de ces dernières années, ont séjourné au Mandchoukouo, aussi bien que dans les îles nippones, ont rapporté l'impression la plus formelle, touchant la mentalité agressive qui animait tous les sujets du Mikado. D'autre part, le souvenir de la façon dont a débuté la guerre de Mandchourie, en 1904, ne semble pas avoir éveillé le moindre soupçon dans l'esprit des dirigeants de Washington. C'est là une leçon sur l'utilité de l'histoire qui mérite d'être méditée.

La préparation à la guerre doit s'adapter à la forme des hostilités futures

Ce n'est pas seulement à la surprise que le Japon est redevable de ses remarquables succès. Il les doit aussi à la façon logique et habile dont il avait préparé la guerre à laquelle il s'attendait depuis longtemps.

Nation insulaire, dont les armées occupaient de vastes régions sur le littoral de l'Asie, l'Empire du Soleil Levant se proposait d'attaquer les deux plus grandes puissances navales du monde, de s'emparer des points d'appui fortifiés britanniques en Chine et en Malaisie, de conquérir de lointains et importants archipels et de mener de dures opérations terrestres, dans la jungle tropicale, pour isoler les armées de Tchang Kaï Tchek. Il a, en conséquence, construit le matériel et choisi les méthodes les mieux adaptés aux conditions complexes des entreprises qu'il allait avoir à mener à bien. C'est ainsi qu'il avait refusé de renouveler la convention navale de Washington, afin de n'être empêché par aucune contrainte d'augmenter la puissance de ses navires de ligne. Il avait de même créé une flotte commerciale homogène, composée de bâtiments rapides, spécialement aptes à effectuer des transports à grande distance et des débarquements par surprise. Il avait développé son aviation et ses flottilles d'embarcations légères à moteur et adopté des modèles spéciaux d'avions torpilleurs et de sous-marins. Pour accroître le rayon d'action de ses escadrilles de chasse et leur conférer la possibilité d'accompagner les raids de bombardement lointains, le commandement nippon avait muni ses chasseurs de réservoirs d'essence largables (1). Enfin, la troupe avait été longuement entraînée à la pratique des débarquements et du combat dans la jungle tropicale.

Toutes les mesures susceptibles de faciliter la manœuvre initiale elle-même avaient été prises : avant l'agression, des troupes avaient été rassemblées à proximité de Hong-Kong et près de la frontière de la Thaïlande. Les forces désignées pour les premières expéditions ont pu entrer en action sans aucun délai.

Les deux grandes puissances anglo-saxonnes étaient loin d'avoir pris à l'avance leurs dispo-

sitions d'une façon aussi judicieuse et aussi bien appropriée au genre de lutte qui s'annonçait. C'est ainsi que la presque totalité des défenses de Hong Kong et de Singapour étaient tournées face à la mer. Les fortifications couvrant ces places vers l'intérieur étaient des plus réduites. Les garnisons des deux bases navales, ainsi que celles des Philippines, n'avaient pas été renforcées.

Un enseignement de haute valeur ressort de ces premiers événements du conflit dans le Pacifique et en Asie orientale : c'est qu'un pays ne doit pas se contenter de préparer la guerre, d'une façon générale, mais qu'il est tenu de réaliser à l'avance les moyens spéciaux de toute nature répondant au genre de lutte qu'il peut avoir à soutenir. Mais l'exemple du Japon montre que cette manière de faire ne suffit pas encore : le Gouvernement est tenu de donner au haut commandement la faculté de disposer de tous les engins, de toutes les armes et de toutes les unités spéciales qui lui sont nécessaires pour faciliter la réussite de sa manœuvre initiale. C'est une notion qui nous a toujours complètement manqué.

LA GUERRE EN CHINE (1)

Une fois maîtres de la Birmanie, les Japonais ont pénétré au Yunnan dans l'intention évidente de pousser jusqu'à Tchoung King et de réduire à l'impuissance les troupes de Tchang Kaï Tchek, désormais coupées de leurs alliés et ne pouvant plus recevoir de matériel anglais ou américain. Mais la nature tourmentée de la région, ainsi que la vigoureuse résistance des Chinois, ne leur permirent pas d'atteindre leur objectif et ils durent s'arrêter sans avoir dépassé le Mékong.

Ils entreprirent alors, au mois de mars, une série d'opérations locales, en partant des territoires qu'ils occupaient sur la zone littorale. Elles eurent toutes une durée assez brève. Seule, une offensive de plus large envergure, lancée dans le Tché Kiang, et visant à conquérir les aérodromes que les Américains y avaient établis, s'est prolongée pendant plusieurs mois.

Partout, les contingents de la Céléste République luttèrent avec résolution et même, au Tché Kiang, des forces régulières chinoises contre-attaquèrent non sans succès. Cependant les armées nippones ont sensiblement gagné du terrain, pendant cette année. Elles occupent actuellement un tiers environ du territoire de la Chine, et en particulier toute la bordure côtière.

Il est remarquable que les effets attendus de l'isolement des forces de Tchang Kaï Tchek ne se soient pas produits : privées des armes que leur faisaient parvenir les puissances anglo-saxonnes, elles n'ont rien perdu de leur combativité. On peut supposer que, avec l'aide d'ingénieurs américains et britanniques, l'exploitation du riche sous-sol chinois a reçu un commencement de réalisation et que des usines purement nationales fabriquent aujourd'hui, dans cet immense pays, des mitrailleuses et des canons, sinon des chars et des avions.

LE DEVELOPPEMENT DU PLAN DE GUERRE ALLEMAND

A la fin de 1941, l'armée allemande avait été surprise en pleine avance par le froid qui l'avait contrainte à renoncer à l'offensive. La tragique

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 298, juin 1942

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 304, déc. 1942

expérience de la Grande Armée de Napoléon allait-elle se reproduire pendant l'hiver 1941-1942? Le commandement allemand se trouvait devant la tâche difficile de ravitailler en plein hiver russe une armée à plus de 1 000 kilomètres de ses bases de départ, avec un matériel qui n'était pas spécialement adapté à cette tâche. La crise qui résulta de cette situation inattendue fut surmontée avec une extrême énergie, et l'armée allemande parvint à se maintenir, malgré les infiltrations de l'armée rouge, sur une ligne jalonnée de centres de résistance qui résistèrent bien que parfois

montré que la capacité de rupture d'assaillants mettant en œuvre les engins d'artillerie et d'aviation les plus forts, leur permet aujourd'hui de s'emparer des ouvrages fortifiés quelle que soit leur robustesse passive.

La bataille de Kharkov (30 mai) a été une réaction improvisée, entreprise pour riposter à une attaque en grandes forces des armées rouges. Elle a consisté en une contre-offensive exécutée avec autant de vigueur que de souplesse, par les masses blindées du maréchal von Bock, qui sont parvenues à déborder sur les deux ailes les lignes soviétiques dessinant



T W 23521

FIG. 3. — CCUPOLE BLINDÉE DU FORT « MAXIM GORKI » AU NORD DE LA CEINTURE FORTIFIÉE DE SÉBASTOPOL, DÉMANTÉLÉE PAR L'ARTILLERIE ET LES STUKAS ALLEMANDS

complètement encerclés. Avec le retour du beau temps, elle reprit son offensive interrompue.

Le plan de guerre allemand pour 1942 a été, dans son ensemble, très simple et de forme classique. Sa conception ressort, d'une façon parfaitement nette, des opérations elles-mêmes. Le haut commandement a gardé la défensive sur la plus grande étendue de son front, du nord de Kharkov jusqu'à Léninegrad, et a concentré la majeure partie de ses moyens sur sa droite, au nord de la mer d'Azov, en vue de conquérir la région caucasienne.

Mais cette vaste opération a été précédée d'une série de prologues, parfois tumultueux, qui ont retardé son départ.

Tout d'abord, la Wehrmacht a dû refouler les troupes soviétiques des nombreuses et profondes poches qu'elles avaient créées au cours de la campagne d'hiver.

La courte offensive déclenchée dans la presqu'île de Kertch (16 mai) a eu pour objet l'expulsion totale des Russes de la Crimée, afin de permettre à l'armée d'investissement de Sébastopol de pousser activement et d'achever le siège de cette place. Le siège de Sébastopol (chute de Sébastopol, juillet), soutenu par les défenseurs avec la plus grande opiniâtreté a

une pointe vers le Donetz, et à les envelopper.

Le siège de Sébastopol a été conduit de la façon la plus énergique et avec l'aide de moyens de destruction extrêmement puissants, dans l'intention de priver la flotte russe de cette importante base navale et d'accomplir ainsi un progrès essentiel dans la domination de la mer Noire.

L'offensive principale, visant la conquête de la vaste région comprise entre le Don et basse Volga au nord, la mer Noire à l'ouest, la Caspienne à l'est, et le Caucase au sud a compris trois phases de natures nettement distinctes.

Dans la première, une masse d'attaque dense et profonde a enfoncé le dispositif soviétique à l'est de Kharkov, sur un front de plusieurs centaines de kilomètres, et est parvenue jusqu'au Don.

Dans la seconde, la droite allemande, effectuant un brusque changement de direction à angle droit, s'est orientée face au sud, parallèlement au cours du Donetz. Par ce mouvement inattendu, elle a réalisé une surprise stratégique qui lui a permis de rompre, en amont de Rostov, la barrière fortifiée établie sur le Don et de s'emparer en quelques jours de la place, probablement moins solidement organisée sur la

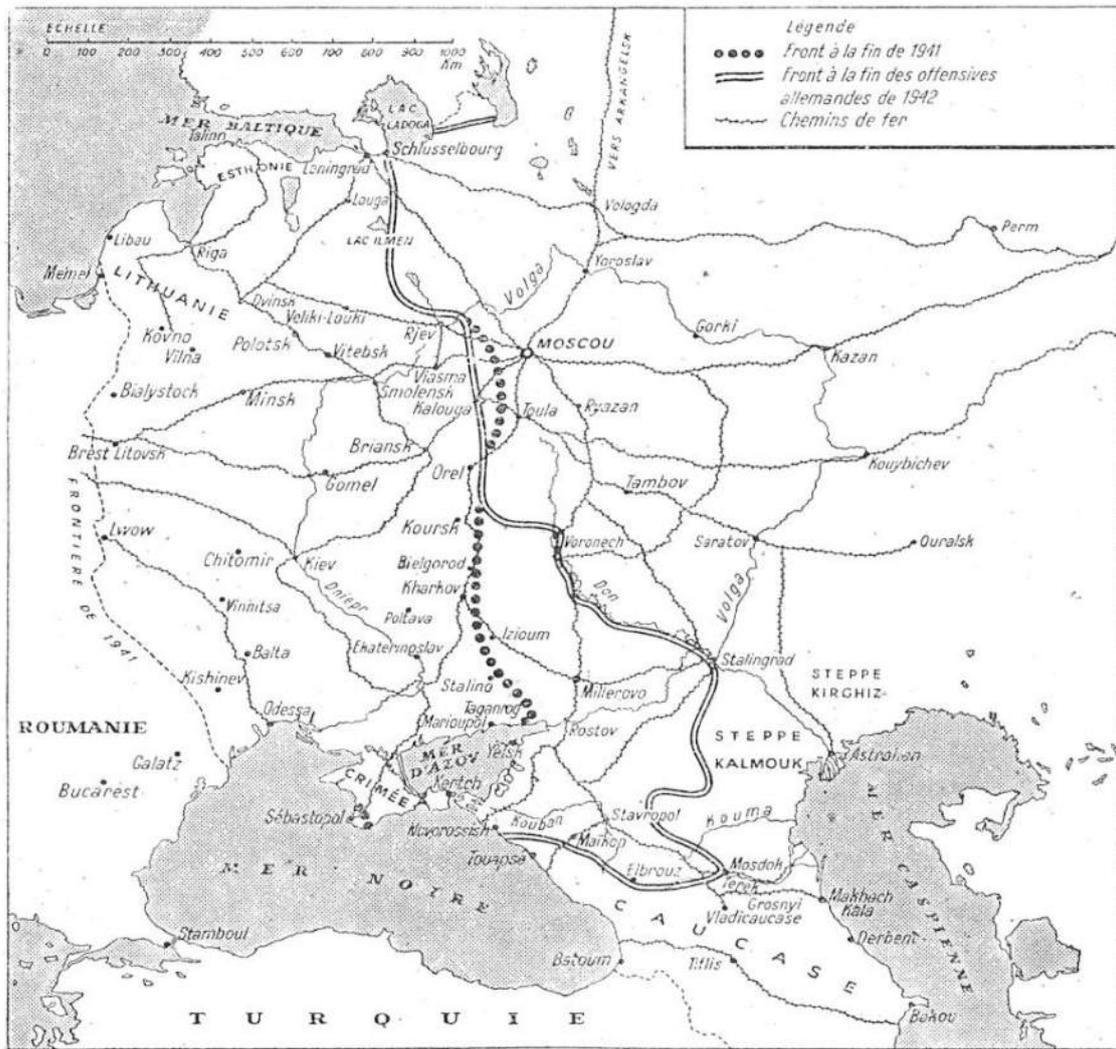


FIG. 4. — L'AVANCE ALLEMANDE VERS LE CAUCASE PENDANT LES OFFENSIVES DE L'ÉTÉ 1942

rive sud que sur la rive nord (24 juillet). Pendant cette progression, où elle défilait latéralement devant les importants rassemblements russes établis à l'ouest de la Volga, cette aile de manœuvre a été couverte par des forces de flanc-garde très solides, faisant face à l'est et au nord-est.

La troisième phase a pris une forme également imprévue : les groupements parvenus au sud du Don éclatèrent dans des directions multiples et se lancèrent à la fois contre une série d'objectifs différents : 1° les troupes soviétiques qui tenaient le littoral nord-ouest de l'isthme caucasien et couvraient Novorossisk ; 2° les cols et les sommets du Caucase occidental ; 3° les rares localités disséminées dans les steppes des Kalmouks, à l'ouest de la Caspienne ; 4° enfin, Stalingrad. Un groupement de forces marcha en effet, par la région sud du Don, contre cette place, point d'appui principal de la résistance russe au nord du Caucase, pour participer à son attaque, avec le gros des armées du mar-

chal von Bock, qui se portait contre elle par l'ouest et le nord-ouest.

Il est possible que cette progression en éventail ait été motivée par la saison déjà avancée et le désir d'obtenir des résultats substantiels avant l'arrivée des intempéries d'automne et d'hiver. Un tel dispositif provoquait fatalement une dispersion des moyens et, par suite, diminuait la capacité offensive des différentes colonnes opérant dans des directions divergentes. Cependant, dans le discours qu'il a prononcé le 30 septembre dernier au Sportpalace, le Führer a nettement fait connaître que son but, pour la campagne de 1942, a été seulement d'approcher des sources de pétrole moscovites, d'en prendre possession ou tout au moins d'en interdire l'exploitation à l'adversaire et de mettre hors d'usage la dernière et plus importante voie de ravitaillement de l'ennemi, la Volga. Si la résistance soviétique n'a pas été définitivement brisée, du moins ces buts ont-ils été bien près d'être atteints.

LA DEFENSE DU CAUCASE PAR LES ARMEES SOVIETIQUES

La manœuvre montée par le commandement soviétique pour assurer la défense de l'isthme caucasien se distingue des opérations de l'année précédente par une conception plus saine et une exécution plus dynamique. Si elle n'a pas réussi à empêcher la Wehrmacht de pénétrer de nouveau profondément sur le territoire

La manœuvre défensive du maréchal Timochenko, chargé de la protection du glacis caucasien, a été fondée sur l'idée de couvrir non pas seulement les gisements de pétrole, mais les pipelines et les voies ferrées, routières et fluviales, par lesquelles le précieux produit est acheminé vers la Russie centrale. Il avait cherché à établir une solide barrière sur le Don inférieur, en l'appuyant à l'ouest sur Rostov, à l'est sur Stalingrad, fortifiées l'une et l'autre avec soin, et avait concentré le gros de ses

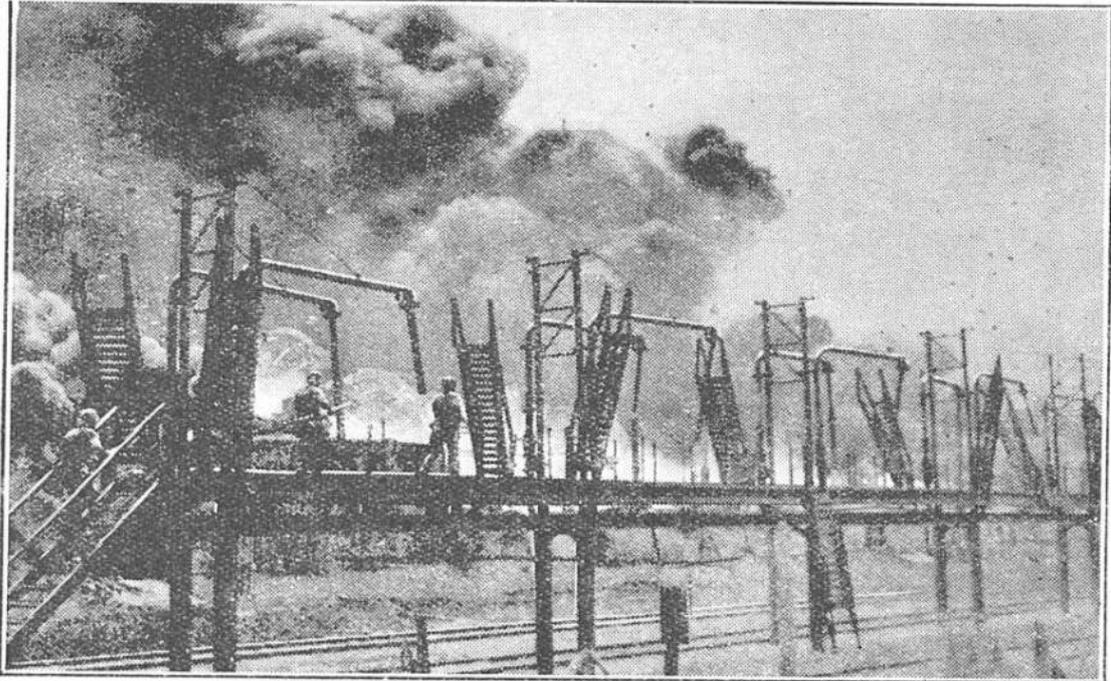


FIG. 5. — L'INCENDIE DES INSTALLATIONS PÉTROLIÈRES DE MAIKOP, LORS DE L'AVANCE ALLEMANDE VERS LE CAUCASE

T W 23520

de l'U.R.S.S., c'est que les troupes rouges, malgré leur énergie, se sont montrées d'une valeur inférieure à celle des unités allemandes et ont été surclassées tactiquement par celles-ci, tant au point de vue du matériel que de l'aptitude au combat.

La campagne défensive a été précédée de préludes (bataille de Kertch, siège de Sébastopol, offensive sur Kharkov) qui ont eu une influence marquée sur l'issue des opérations.

Avant que les derniers soubresauts de la bataille de Kertch se fussent apaisés, le commandement soviétique a pris l'initiative des opérations, en lançant des attaques extrêmement étoffées contre les forces allemandes réparties dans la région de Kharkov. Cette offensive répondait à des intentions qui ne manquaient pas d'intérêt. Elle visait à refouler la gauche des armées du maréchal von Bock vers le Dniepr et la mer Noire, de façon à envelopper les gros de celles-ci, échelonnés au nord de la mer d'Azov. Cette tentative, malgré son avortement, n'a peut-être pas été complètement infructueuse, car il est vraisemblable qu'elle a retardé plus ou moins le départ de la grande offensive allemande.

moyens plus au nord, entre le Don et la Volga.

Quand le choc des armées allemandes, à l'est de Kharkov, eut rejeté le centre soviétique jusque sur le Don, les Russes exécutèrent au nord de Voronej des attaques répétées, en vue de déborder la gauche des armées d'attaque et de contraindre celles-ci à rétrograder. Puis, quand de fortes masses blindées de la Wehrmacht eurent fait face au sud et marché vers l'est de Rostov, le maréchal Timochenko dirigea sur la branche nord de la boucle du Don une série de contre-offensives extrêmement énergiques et renouvelées avec ténacité. Ces assauts réitérés avaient sans doute pour objet de couper les armées allemandes qui, après avoir franchi le Don inférieur et pris Rostov, continuaient sans arrêt leur progression vers le Caucase.

Cette fois encore, la ferme contenance des forces du Reich, sur le Don moyen, fit échouer la contre-manœuvre rouge. Le commandement russe fit alors des efforts désespérés pour défendre Stalingrad, point d'appui qui tient l'importante voie d'eau de la Volga.

Le retour de l'hiver a de nouveau amené l'adoption par la Wehrmacht d'une attitude de défense active sur le front russe, tandis que

de nouveau l'intérêt se partageait entre une nouvelle offensive d'hiver de l'armée rouge et un autre théâtre de la guerre, le théâtre africain, où les Anglo-Saxons cherchaient à reprendre l'initiative qui leur avait échappé à la fin de 1941.

LA GRANDE-BRETAGNE, LONGTEMPS PRIVÉE DE L'INITIATIVE

La complexité de l'Empire britannique

La Grande-Bretagne occupe dans le monde une place très particulière : elle est à la fois

était tenue de concentrer le maximum de ses efforts sur le théâtre d'opérations principal, en ce contentant, sur les autres, de garder une attitude simplement expectante, avec le minimum de moyens.

Le théâtre d'opérations principal, en 1942, était incontestablement, pour l'Angleterre, le territoire de l'Europe, où se poursuivait un duel terrible et peut-être décisif entre l'Allemagne et l'U.R.S.S. Donc, théoriquement, elle eût dû jeter la plus grande partie de ses moyens contre le Reich, au moment où celui-ci était aux prises, sur le Don et dans le Caucase, avec les masses soviétiques.

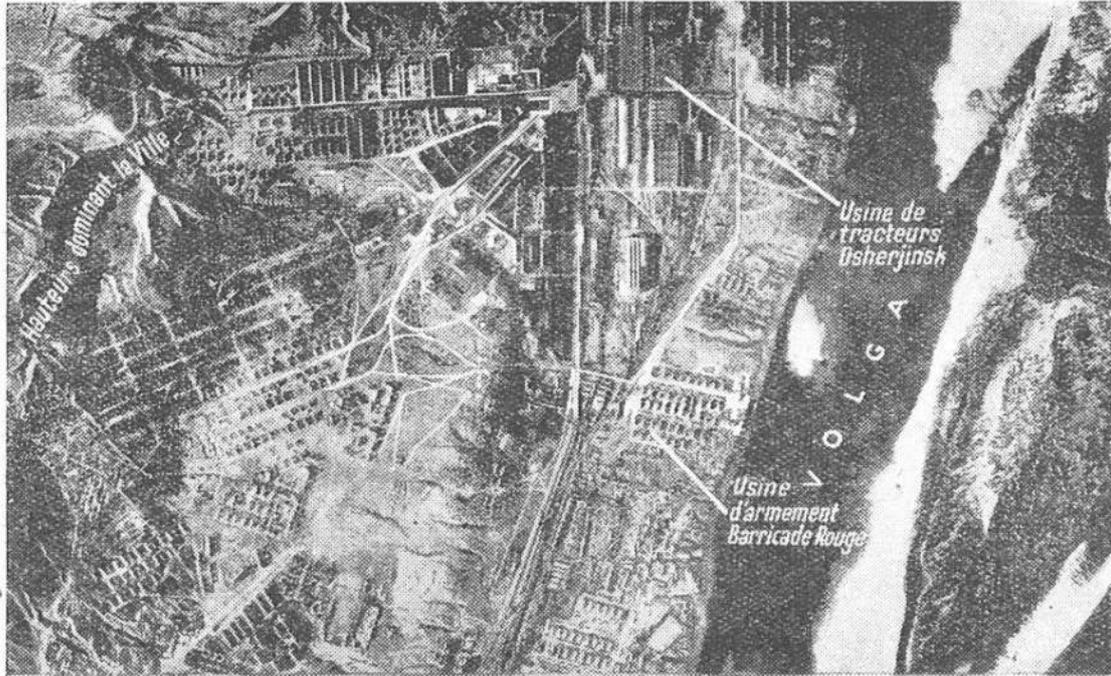


FIG. 6. — VUE AÉRIENNE DE LA PARTIE NORD DE STALINGRAD, OU SE TROUVENT LES QUARTIERS LES PLUS APRÈMENT DISPUTÉS DE LA BATAILLE

La ville de Stalingrad s'étend en longueur le long de la Volga sur 35 km. Sa conquête presque totale a exigé plusieurs mois de la plus grande bataille de rues de tous les temps, chaque maison, chaque toit et chaque cave étant l'enjeu d'un corps-à-corps. En haut, l'usine de tracteurs « Dshershinski »; en bas, l'usine d'armement « Barricade Rouge ».

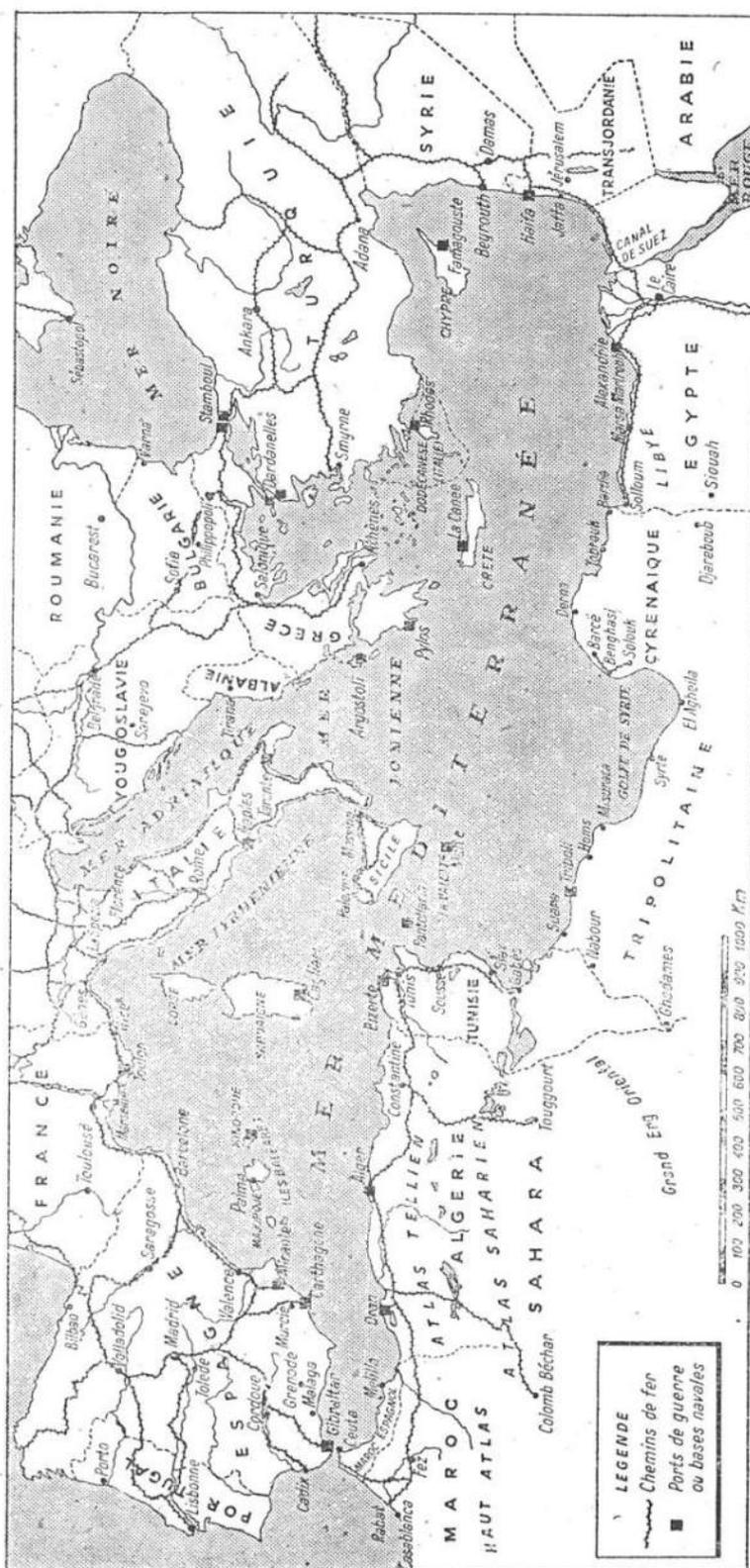
une puissance européenne, étroitement mêlée à toutes les querelles qui troublent le vieux monde et le centre d'un immense et complexe Empire, composé de dominions, de protectorats, de colonies et de bases navales, répartis sur toute la surface du globe. En 1940, elle a combattu pour défendre ses intérêts en Europe; en 1941, elle a étendu son action jusqu'au Proche Orient, pour protéger la route des Indes. En 1942, elle s'est engagée, sur le plan impérial, jusqu'en Chine, pour couvrir ses possessions d'Extrême Orient et de l'Inde. Or, comme on l'a vu, elle a perdu partiellement la maîtrise de la mer et a dû renoncer, au cours de cette année, à faire passer ses transports de toute nature par la Méditerranée et le canal de Suez.

Ce sont là des conditions telles qu'elle n'a pu satisfaire aux écrasantes charges que lui imposait une situation si obérée.

Du point de vue purement doctrinal, elle

Mais on conçoit les immenses difficultés qu'une solution aussi absolue rencontrait dans la pratique. Le Gouvernement de Londres ne pouvait, sans soulever l'indignation du pays, se refuser à toute tentative pour venir en aide à l'Australie et à la Nouvelle-Zélande et pour sauver Singapour et la Birmanie, ainsi que les Indes néerlandaises. Il pouvait moins encore abandonner l'Inde elle-même. Il lui était également impossible de se désintéresser du Proche Orient.

Or la lutte contre les forces japonaises, en Asie orientale et dans le Pacifique, exigeait d'importants effectifs. La sûreté de l'Inde, secourue par de violents mouvements d'indépendance, et menacée par les armées nippones, imposait le maintien, dans la grande colonie, de contingents sérieux. D'autre part, une tentative d'offensive de la Wehrmacht contre les îles britanniques pouvait se reproduire d'un



T W 23519

FIG. 7. — LA MÉDITERRANÉE, ENJEU DES COMBATS DE L'AFRIQUE DU NORD ET DE L'ÉGYPTE

moment à l'autre. La bataille de l'Atlantique devenait toujours plus âpre. Enfin l'intérêt de porter secours directement aux armées rouges, au moins pour maintenir la sauvegarde du Caucase, était d'une urgence visible. L'allongement des communications avec le Proche et le Moyen Orient venait compliquer considérablement des conjonctures déjà si pénibles et ralentir tous les mouvements de troupes et de matériel, sur un échiquier stratégique englobant la moitié de la Terre.

La stratégie britannique en 1942

Il est évident que les forces de l'Empire, encore en voie de formation, ne pouvaient suffire pour faire face à des devoirs si multiples et si malaisés.

Le haut commandement anglais, au cours d'une grande partie de 1942, n'a pas eu sa liberté d'action. Surpris par la brusque intervention japonaise, alors que tous ses moyens étaient absorbés par la lutte sur l'océan, ou immobilisés sur le sol de la métropole dans l'attente d'une agression possible, ou lancés en pleine bataille en Cyrénaïque, ou répartis sur d'immenses étendues en Afrique ou en Proche Orient, il n'a pu recourir qu'à des expédients qui se sont toujours montrés inférieurs aux besoins.

L'arrivée à Singapour des deux cuirassés modernes *Prince of Wales* et *Repulse* n'a pas suffi pour assurer à la flotte britannique la maîtrise des mers de Chine. L'envoi en Malaisie d'éléments pris dans les garnisons de l'Inde n'a pas permis de sauvegarder la grande base navale qui tenait l'entrée du Pacifique. Les contingents retirés hâtivement du Proche Orient et de Cyrénaïque et dirigés sur la Birmanie y sont arrivés trop tard et

par fractions trop peu compactes pour pouvoir se relier étroitement aux troupes chinoises et supporter avec elles le choc des Japonais.

Cependant, le corps expéditionnaire de Libye, affaibli par ces prélèvements, a dû s'arrêter d'abord, puis refluer sous la pression de l'Afrika Korps. Dans l'Insulinde, la flotte hollandaise, à peu près livrée à elle-même, a été promptement écrasée par les escadres nippones, et les forces néerlandaises ont été obligées, après un semblant de résistance, de déposer les armes.

Ainsi, sous la contrainte des événements qui se sont succédé avec une extrême rapidité, le Cabinet de guerre anglais a dû pratiquer en Extrême Orient la fâcheuse politique des petits paquets.

En Cyrénaïque, le gouvernement de Londres a fait visiblement tous ses efforts pour ne pas abandonner un terrain chèrement et laborieusement conquis. Cependant la bataille s'est rallumée vers la fin de mai, c'est-à-dire à une époque où la chaleur, dans cette région désertique, est véritablement torride. La 8^e Armée britannique, complètement rompue, s'est retirée précipitamment. Tobrouk, considérée naguère comme imprenable, est tombée en quelques heures. La retraite s'est continuée sans arrêt jusqu'en Egypte. Les forces blindées de l'Axe sont parvenues à 100 kilomètres d'Alexandrie.

En résumé, la Grande-Bretagne, par suite de son manque de préparation à une situation extrêmement difficile, a été exposée à tous les contre-coups d'une surprise stratégique d'une ampleur exceptionnelle et s'est vue forcée de subir, sur tous les fronts, l'initiative de ses adversaires.

Les velléités de formation d'un « second front » en Europe occidentale

Pendant que ces batailles si variées se poursuivaient dans les parages de l'Australie et de l'Inde et en Afrique du Nord, la lutte entre les gros des armées allemandes et soviétiques avait repris avec intensité. L'offensive de la Wehrmacht vers le Don, commencée le 1^{er} juillet, aussitôt après la prise de Sébastopol, fit peser rapidement une menace très grave sur le Caucase et ses précieux gisements de pétrole. L'U.R.S.S. adressa alors à son alliée la Grande-Bretagne des demandes réitérées, se plaignant hautement d'être obligée de supporter seule la charge de la guerre, tandis que les troupes anglaises demeuraient en grande partie inactives dans leur île, et réclamant d'extrême urgence la constitution d'un second front dans l'ouest européen, pour attirer une fraction des forces de l'envahisseur et alléger la pression exercée contre les contingents soviétiques.

Ces appels véhéments soulevèrent en Grande-Bretagne et aux Etats-Unis des remous violents et des discussions passionnées. L'aide que demandait le gouvernement de Moscou ne pouvait être réalisée que sous la forme d'une « offensive de grand style à travers un bras de mer », exigeant des effectifs considérables et une immense quantité de matériel spécial (1). Une telle expédition n'aurait été possible que si elle avait été prévue et préparée un ou deux ans à l'avance. Mais l'Angleterre n'était pas prête à tenter un débarquement de très large envergure sur les côtes septentrionales de l'Europe

où les Allemands avaient installé des moyens de défense très solides. De plus, dès la conférence de Washington, elle avait, d'accord avec l'Amérique, prévu que l'effort des deux nations alliées se porterait sur l'Afrique du Nord.

Les réponses que reçurent les Soviétiques furent donc évasives. Seule, une attaque contre Dieppe fut effectuée, en vue de donner satisfaction à l'opinion publique moscovite. L'échec complet de cette opération s'explique, entre autres raisons, par le choix du secteur qui, sur le littoral normand, présente de hautes falaises très difficilement franchissables et par la trop faible largeur du front d'attaque.

La constitution d'un « second front » répondait assurément à une conception juste. Abandonner les Russes à eux-mêmes, c'était, pour les Anglais, s'exposer à laisser écraser isolément les armées qui formaient l'élément principal de la lutte terrestre contre les puissances de l'Axe. Mais une expédition d'une telle ampleur était irréalisable, par suite de la situation précaire où s'est trouvée la Grande-Bretagne au cours de l'année qui vient de s'écouler. Il est juste de remarquer d'ailleurs que le « second front » existe en fait. Les Allemands, pour interdire le littoral, de Biarritz au cap Nord, ont dû préposer à la garde de cette immense étendue de côtes des troupes assez nombreuses qui, en y comprenant les réserves stratégiques, composées sans doute de grandes unités au repos, réparties plus en arrière, forment un ensemble de forces non négligeable. La consommation de moyens est devenue plus grande encore depuis que les Britanniques ont largement progressé sur le littoral de Libye et que les Américains occupent le Maroc et l'Algérie, car tous les rivages de la France méridionale, de l'Italie et des Balkans sont maintenant sous la menace d'une invasion.

L'ACTION MILITAIRE DES ETATS-UNIS

Dix mois après l'entrée en guerre des Etats-Unis, les armées de ce grand pays n'avaient encore fait sentir leur action, d'une façon massive, en aucun point des multiples théâtres où se déroulaient les opérations. Dans le Pacifique et les eaux océaniques, des engagements avaient eu lieu entre les escadres américaines et japonaises, mais aucun d'eux n'avait pris les proportions d'une bataille navale de large envergure. Des contingents républicains avaient renforcé la défense de l'Australie et des corps expéditionnaires, poussés dans les îles Salomon et en Nouvelle-Guinée, y avaient livré de vifs combats contre des troupes nippones débarquées à diverses reprises, mais l'activité principale des forces américaines dans cette région était demeurée l'œuvre de l'aviation.

L'arrivée, en Ulster et en Angleterre, d'unités nombreuses venues d'outre-Atlantique a été signalée maintes fois. Mais elles n'ont pu en sortir. L'accroissement des effectifs américains dans les îles britanniques ne saurait avoir d'autre objet qu'une offensive de grand style au delà de la Manche ou de la mer du Nord. Or, des discussions soulevées à ce sujet à Londres comme à Washington, il semble bien résulter qu'une telle opération n'est pas mûre.

A quoi faut-il attribuer cette longue inaction de la grande nation du Nouveau Monde ?

Comme l'Angleterre, mais pour d'autres motifs, elle n'a pas, elle non plus, pendant longtemps, disposé de sa liberté d'action.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 304, déc. 1942.

L'agression inopinée du Japon l'a trouvée dans un état d'impréparation presque complet, sauf sur mer. Les pertes qu'elle a subies, dès le premier jour, ont notablement amoindri sa puissance navale.

Elle a d'abord dû consacrer toute son activité à lever et à organiser de grandes armées et à construire un important matériel terrestre, naval et aérien. Mais une création d'une telle ampleur exige de longs mois.

Vers la fin d'octobre seulement, l'arrivée devant Casablanca, Alger et Oran de nombreux contingents américains a montré que la période de crise qui avait paralysé la grande République

d'arriver à proximité de points vitaux de la coalition adverse.

L'IMPORTANCE CROISSANTE DU THEATRE D'OPERATIONS D'AFRIQUE DU NORD

Au cours de cette année, par suite de la tournure des événements et de l'évolution rapide de la technique dans les domaines aérien, naval et terrestre, l'importance de la lutte qui s'est poursuivie depuis deux ans en Libye et en Egypte s'est profondément modifiée.

En 1941, l'étroite bande littorale que les belligérants se disputaient en bordure du désert constituait un théâtre d'opérations nettement secondaire, qui n'était relié avec les territoires métropolitains des deux adversaires que par des communications longues pour l'un et précaires pour l'autre. L'avantage sur ce secteur excentrique était cependant en faveur des Britanniques qui, possédant la maîtrise de la mer, pouvaient diriger leurs renforts et leurs ravitaillements directement sur Tobrouk ou Alexandrie, tandis que, pour les bâtiments de l'Axe, la traversée de la Méditerranée était une opération très risquée.

La situation s'est retournée dans le courant de 1942. Ce sont les convois anglais qui ne pouvaient plus circuler sur la route directe des Indes, tandis que les avions allemands et italiens amenant des troupes franchissaient en quelques heures la distance entre la Sicile ou la Crète et la Cyrénaïque et que le transport par mer d'hommes et de matériel était devenu beaucoup plus aisé de l'une à l'autre rive du couloir méditerranéen. C'est une des causes auxquelles sont dus les succès de l'Afrika Korps, au cours de l'année qui vient de s'écouler. Mais une autre raison, d'ordre technique, explique la déroute si soudaine de la 8^e armée impériale, au début de l'été dernier. On sait maintenant que les chars allemands et sans doute aussi italiens étaient munis d'installations permettant d'abaisser la température intérieure des véhicules (1), tandis que, dans les tanks anglais, les combattants, soumis à une chaleur excessive, avaient peine à échapper aux effets d'une véritable suffocation.

L'attaque déclenchée le 23 octobre par la 8^e armée impériale contre les positions germano-italiennes de El-Alamein a paru d'abord avoir pour objet d'ouvrir le débouché sur la Méditerranée centrale, des forces patiemment réu-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 301, sept. 1942.



FIG. 8. — L'ARTILLERIE ITALIENNE DANS LE DÉSERT DE LIBYE

T W 23517

était passée. En même temps, le voile qui couvrait les intentions de l'état-major de Washington se trouvait levé. Il est apparu que la solution adoptée par lui comportait une attitude simplement expectante en Australie et dans le Pacifique, et que son effort principal, combiné avec celui de l'Angleterre, était dirigé en Europe, contre le Reich.

Le plan anglo-saxon découle des conditions résultant de l'extension du domaine occupé par l'Axe dans l'ancien continent. En aucun point, l'accès de celui-ci n'était libre. Un débarquement de vive force de masses considérables, venant de ports distants de milliers de kilomètres, était matériellement impossible. Les grandes voies de communication maritimes vers Mourmansk et le Proche Orient étaient presque interdites aux convois. Les forces des États-Unis étaient donc rejetées sur l'Afrique. La solution consistant, pour atteindre l'Europe, à faire un énorme détour par le cap de Bonne-Espérance et l'Egypte, ou à traverser transversalement tout le continent noir, était extrêmement coûteuse aux points de vue des besoins en tonnage, des risques de torpillage et des difficultés matérielles. De plus, elle ne permettait pas

nies en Egypte et de permettre à l'aviation britannique, disposant des aérodromes de la côte libyenne, de reconquérir la suprématie de Malte à Alexandrie et, par suite, de rouvrir aux convois anglo-saxons la route directe des Indes. Mais, peu après, l'apparition des troupes américaines en Algérie et en Tunisie a fait voir, avec la clarté de l'évidence, que ces opérations combinées visaient beaucoup plus loin.

L'occupation de notre Afrique du Nord ouvrait des facilités beaucoup plus grandes et des perspectives plus séduisantes en vue d'une action ultérieure. Le Maghreb était susceptible de constituer une vaste région de concentration, dont le territoire offrait de riches ressources et de nombreuses bases navales et aériennes, d'où les armées américaines pourraient partir en vue de tenter une offensive de grand style au delà de la Méditerranée. D'autre part, la longueur des parcours sur mer et, par suite, les dangers de la navigation et les dépenses en tonnage devaient se trouver beaucoup diminués.

Comme on le sait, la mainmise des forces américaines sur le littoral marocain et algérien a provoqué une réaction immédiate de la Wehrmacht. L'installation des Allemands à Bizerte et à Tunis est venue contrarier sérieusement les projets des Anglo-Saxons, car la Tunisie, conjuguée avec la Sicile, la Sardaigne et la Corse, constitue une sorte de verrou double qui permet à ses possesseurs d'interdire à la fois le passage des convois dans le détroit séparant les grandes îles italiennes de l'Afrique et l'avance d'un corps de débarquement se dirigeant de l'Algérie vers le nord dans les trois compartiments de la mer Ionienne, de la mer Tyrrhénienne et du golfe du Lion.

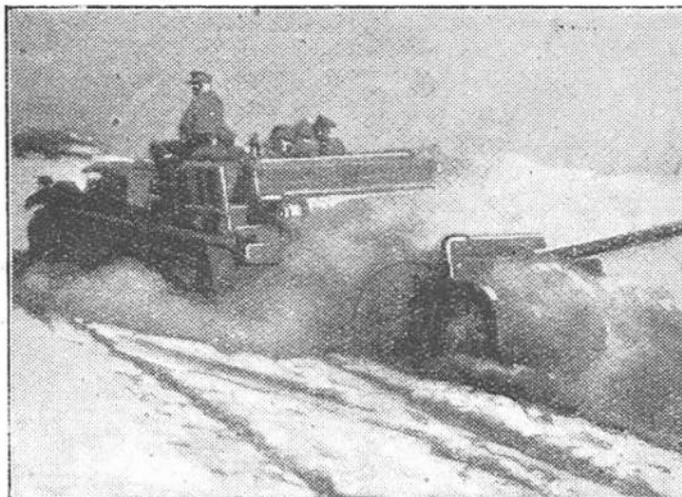
Conclusion

Le printemps et l'été 1942 ont constitué, pour l'Angleterre et les Etats-Unis, une période d'impuissance. Cette situation difficile des deux grandes nations a été due à deux causes principales : la surprise stratégique de décembre 1941, en Extrême Orient, et la transformation des conditions de la lutte aéronavale.

Les graves conséquences résultant de ce qu'aucune précaution n'avait été prise contre une agression éventuelle du Japon, par les gouvernements de Londres et de Washington, prouvent d'une façon irréfutable, la nécessité d'une collaboration intime entre l'action diplomatique et la préparation militaire. Les dirigeants anglo-saxons auraient dû être tenus au courant des intentions nippones, et, connaissant le danger, auraient dû mettre leurs forces aériennes, navales et terrestres en état de supporter les premiers coups d'une lutte inévitable et qui s'annonçait sévère.

Cependant les puissances anglo-saxonnes ont utilisé cette longue période d'inaction à effectuer leurs préparatifs en vue de réaliser l'invasion de l'Afrique du Nord. L'installation des Américains au Maroc et en Algérie a amélioré sensiblement leurs possibilités d'intervention en Europe. Cependant ce n'est encore là qu'une opération préparatoire, comportant la mainmise

sur une région de concentration susceptible de leur fournir une base de départ pour une expédition ultérieure sur le continent. La décision de la guerre ne sera obtenue que par des batailles de large envergure gagnées sur terre dans le vieux monde, et sur mer dans le Pacifique. Or, en 1942, les Etats-Unis n'ont remporté aucune victoire. Le succès de la 8^e armée impériale en Basse Egypte, qui lui a ouvert l'entrée sur le littoral de Libye, n'entraîne pas non plus d'effets engageant véritablement l'avenir. Toutefois, en prenant l'initiative de l'action, la coalition des nations maritimes a réussi à attirer des effectifs plus ou moins considérables de



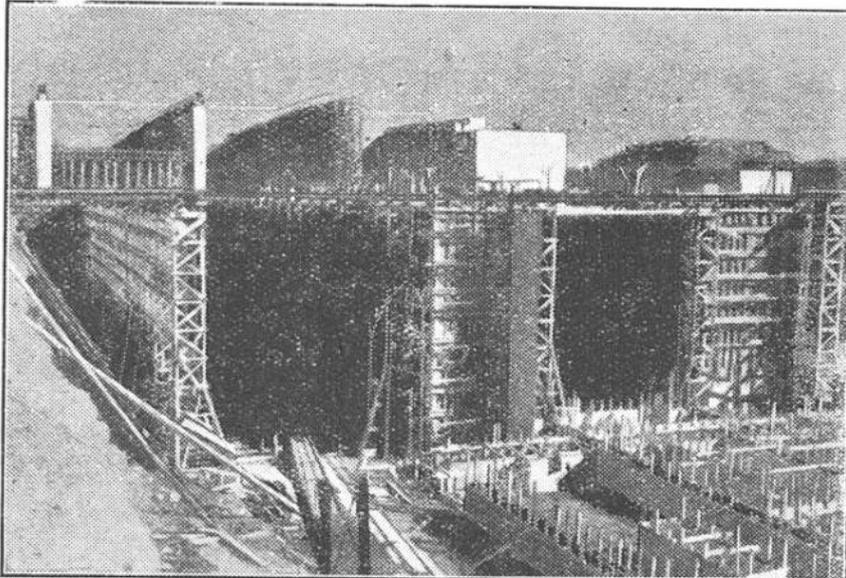
T W 23513
FIG. 9. — CANON ANTICHARS ALLEMAND DANS LES SABLES DU DÉSERT DE LIBYE

l'Axe sur le littoral de l'Europe méridionale et amené la Wehrmacht à détacher des forces d'une certaine importance pour défendre la Tunisie.

Les modifications survenues dans la lutte aéronavale, qui ne permettent plus aux peuples possédant les flottes les plus puissantes de compter sur les avantages que devait leur procurer la maîtrise de la mer, ne pouvaient être complètement prévues. Pourtant, depuis plusieurs années, la vulnérabilité des navires de guerre, même les mieux protégés, croiseurs lourds et cuirassés, aux attaques aériennes, a fait l'objet des préoccupations de toutes les marines du globe. Il était logique de croire que l'arme aérienne, qui venait d'accomplir de si rapides progrès, ne s'en tiendrait pas là, mais que, comme tout organisme jeune, elle allait continuer à se perfectionner. Il était donc sage, pour les puissances maritimes, de ne pas fonder leur politique mondiale sur la possession actuelle d'une flotte dominant celles de toutes les autres nations.

Le Reich a vu juste en plaçant sa confiance dans l'aviation et en développant au plus haut point la construction et l'utilisation des « Stukas » et des appareils de chasse. Au début du conflit, l'efficacité des bombardiers viqueurs s'est révélée considérable dans les combats terrestres. Mais leur supériorité s'est affirmée plus décisive encore dans la lutte contre les bâtiments de guerre.

Ainsi, dans l'appréciation, faite en temps de paix, des possibilités militaires susceptibles d'apparaître dans un avenir plus ou moins lointain, il importe de ne pas tabler uniquement sur la situation du moment, mais de considérer la courbe d'évolution des armes les plus modernes. La surprise technique, telle qu'elle s'est produite à plusieurs reprises, en 1941 et 1942, sera toujours un des éléments les plus effectifs qui puissent agir en faveur d'un parti qui a su réaliser secrètement et en grande quantité un engin inédit.



T W 23514

FIG. 10. — HANGARS BÉTONNÉS SERVANT D'ABRIS AUX SOUS-MARINS ALLEMANES SUR LA COTE FRANÇAISE DE L'ATLANTIQUE

Dans ce domaine, l'Allemagne a gardé, au cours de cette année, l'avance qu'elle avait su s'adjuger avant le début des opérations. Son armement a toujours surpassé celui de ses adversaires. C'est elle qui a su mettre au point les inventions les plus fécondes, telles que la bombe-fusée. Depuis trois ans qu'elle est en guerre, elle n'a pas encore connu la défaite.

Le Japon, de son côté, pour des raisons de même ordre, n'a obtenu que des succès, depuis un an.

Cependant, ni l'U.R.S.S., contrainte de supporter seule le poids des attaques allemandes et battue dans toutes les rencontres, ni la Chine de Tchoung King, abandonnée à elle-même en face de l'empire du Soleil Levant, et envahie

de tous côtés, n'ont été forcées de déposer les armes. Il y a là matière à réflexion. Comment le Russie, après avoir perdu presque toutes ses plus riches provinces et s'être montrée, en toute occasion, inférieure à son redoutable adversaire, comment la Céleste République qui, privée de tout armement venu de l'étranger, n'a jamais réussi à prendre l'avantage sur ses envahisseurs, ont-elles pu l'une et l'autre ne pas succomber à la pression qui s'exerçait contre elles?

C'est apparemment que la capacité de résistance d'une nation dépend de son dynamisme matériel et moral, et aussi de sa masse. Russes et Chinois, quoique dominés toujours par leurs antagonistes, sur le champ de bataille, ont fait preuve, les uns et les autres, d'un patriotisme ardent et d'une inlassable ténacité. De tels éléments, mis au service d'une énorme population, composent, dans la guerre totale d'aujourd'hui, un ensemble d'une indéniable solidité. Les armées soviétiques, en attaquant pendant tout l'hiver et en prenant l'initiative de l'action dès le printemps, n'ont jamais obtenu la victoire; elles ont même éprouvé des échecs extrêmement cuisants, mais cependant elles ont retardé l'offensive de leur vainqueur et

ont pu ainsi se maintenir jusqu'à la mauvaise saison. Les forces de Tchong Kai Tchek, en cessant de harceler leurs agresseurs par une lutte farouche de guérilla et en ne cédant jamais le terrain que sous la contrainte des armes, ont enrayé presque partout l'avance de leurs ennemis.

Ainsi la science stratégique, jointe à la valeur tactique, ne sont pas tout à la guerre; la vigueur morale et l'étendue du pays sont des facteurs de la capacité de résistance d'une nation dont la valeur est apparue clairement au cours de l'année qui vient de finir.

Général BROSSÉ,
du cadre de réserve.

La "Science et la Vie" est le seul magazine de vulgarisation scientifique et industrielle.

AUX FRONTIÈRES DE LA MATIÈRE ET DE LA VIE : LES VIRUS-PROTÉINES

par A. VANDEL

Professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse

La distinction absolue du vivant et du non-vivant est une idée toute moderne. La croyance en la génération spontanée, qui fut aux siècles passés le sentiment universel, jetait le pont entre le domaine du vivant et celui de la matière inorganique. Van Helmont, au milieu du dix-septième siècle, croyait encore à la génération spontanée des souris. Un siècle plus tard, Buffon attribuait la même origine aux ténias et aux ascariés. Ce sont les découvertes pastoriennes qui ont creusé le fossé entre vivant et non-vivant. Aujourd'hui, de retentissantes découvertes viennent à nouveau combler ce fossé, non en ressuscitant la croyance en la génération spontanée, mais en nous montrant le passage de la structure chimique à la construction organique. Les progrès de la technique expérimentale (invention de l'ultramicroscope électronique et de l'ultracentrifugation) ont mis en évidence les curieuses propriétés des virus-protéines, germes pathogènes qui, avec la structure de molécules géantes, possèdent certaines propriétés de la matière vivante (multiplication, assimilation). L'étude des virus-protéines nous permet de définir plus clairement les attributs du vivant et de mieux saisir les étapes et la signification profonde de la complication organique qui part de l'atome pour aboutir à l'homme.

Les êtres vivants les plus simples : bactéries et virus

On a cru, jusqu'à une époque toute récente, que les éléments les plus petits compatibles avec la vie étaient les bactéries, êtres plus simples que les animaux et les végétaux unicellulaires (protistes), mais possédant cependant toutes les caractéristiques essentielles des êtres vivants. Il est vrai que les biologistes théoriciens de la fin du XIX^e siècle avaient imaginé l'existence de particules composées d'un petit nombre de molécules différentes les unes des autres et qui représentaient, d'après eux, les édifices les plus simples possédant les propriétés vitales (*biophores* de Weismann, *pangènes* de De Vries); mais il s'agissait là d'inductions théoriques ne s'appuyant sur aucune observation concrète.

On connaît, depuis l'époque pastoriennne, des agents pathogènes, les *virus*, qui ne peuvent être aperçus par les meilleurs microscopes, et qui traversent les filtres employés couramment en bactériologie (bougies Chamberland). C'est la raison pour laquelle on les désignait, il y a peu de temps encore, par les termes de *virus invisibles* ou de *virus filtrables*. Tels sont, parmi les virus qui s'attaquent à l'homme, les virus de la grippe, de la rougeole, de la poliomyélite, de la variole, de la fièvre jaune, de la rage, etc. Parmi ceux qui parasitent nos animaux domestiques, citons les virus de la fièvre aphteuse, de la peste bovine, de la peste porcine, du scorcome des poules, de la grasserie du ver à soie, etc.

Farmi les virus qui s'attaquent aux plantes,

les mieux étudiés sont ceux qui déterminent les maladies connues sous le nom de *mosaïques*. Ce terme de mosaïque est dû à ce que le virus détermine sur les organes des plantes, spécialement sur les feuilles, des taches, les unes vert pâle, les autres vert foncé, qui deviennent par la suite respectivement blanc jaunâtre et brun (fig. 1). Citons, à titre d'exemples, le virus de la mosaïque du tabac et celui de la mosaïque du concombre, les virus X et Y de la pomme de terre (1), le virus du rabougrissement de la tomate, etc.

Fendant longtemps, on a cru que les virus ne différaient des bactéries que par leur taille plus réduite. Les propriétés de ces agents pathogènes, « invisibilité » et impossibilité d'être arrêtés par les filtres, ne tenaient, pensait-on, qu'aux imperfections de notre technique. En fait, nous savons aujourd'hui photographier les virus (fig. 2 et 3), grâce à l'ultramicroscope qui utilise la propagation des électrons, en place des ondes lumineuses, et qui permet d'obtenir des grossissements de 20 000 à 40 000 (2). Nous pouvons, d'autre part, recueillir les virus en les faisant passer sur des filtres de collodion dont les pores sont capables d'arrêter ces éléments ultramicroscopiques. On ne saurait donc plus parler aujourd'hui ni de virus invisibles, ni de virus filtrables.

Au point de vue de leur activité pathogène, les virus se comportent comme des bactéries.

(1) Voir : « La régénération des plants de pommes de terre », dans *La Science et la Vie*, n° 304, décembre 1942.

(2) Levaditi et Bonet-Maury : « *La Presse Médicale* », 24 février 1942.

Ils provoquent des « maladies infectieuses » analogues à celles qui sont dues aux bactéries. Il suffit d'injecter un peu de sève d'une plante atteinte de mosaïque à une plante saine pour voir apparaître dans cette dernière les symptômes de la maladie. Les virus de la pomme de terre sont transmis par les pucerons, ceux de la fièvre jaune par les moustiques du genre *Aedes*. Les virus, pas plus que les bactéries, ne naissent par « génération spontanée ». Aucun argument sérieux ne permet de croire que les virus apparaissent « spontanément » à l'inté-

ultracentrifugeuses, tournant à 20 000, 50 000 et même 100 000 tours à la minute. Le virus ainsi recueilli cristallisa sous la forme de fines aiguilles (1).

Les résultats de Stanley furent rapidement confirmés et étendus à d'autres virus. Le virus X de la pomme de terre, le virus de la mosaïque du concombre, celui du rabougrissement de la tomate furent obtenus à l'état cristallisé (fig. 4).

L'ultramicroscope permit de photographier ces virus obtenus à l'état de pureté, et par suite de connaître leur forme et leur taille. Le virus

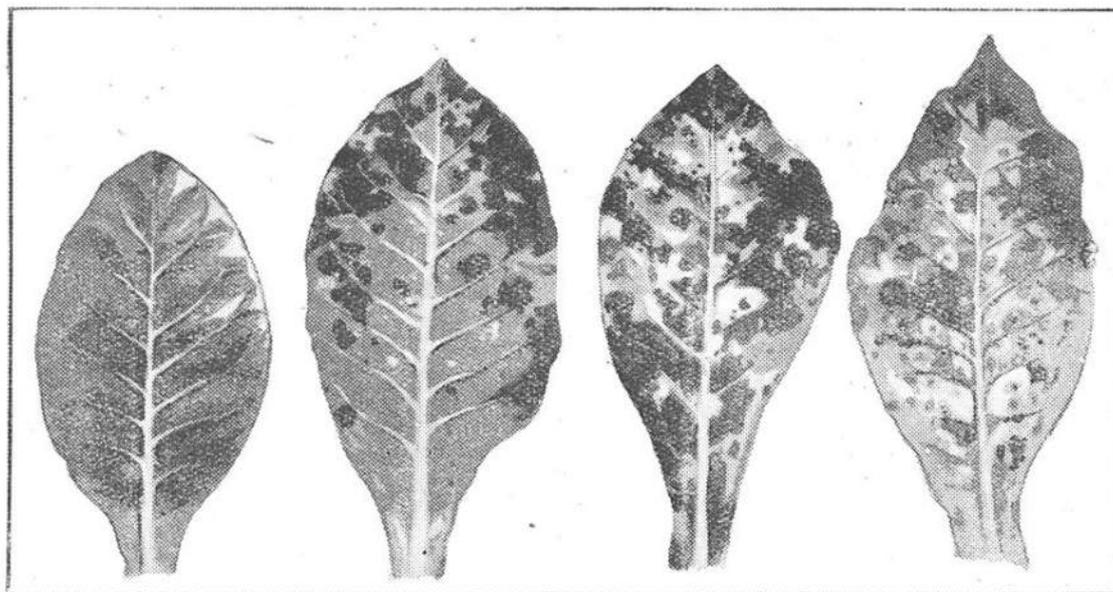


FIG. 1. — LA MOSAÏQUE DU TABAC ET LES MUTATIONS DE CETTE MALADIE

T W 23522

A. Feuille saine de tabac; B. Feuille atteinte de mosaïque; C et D. Feuilles attaquées par des « mutants » du virus de la mosaïque (d'après Mac Kinney).

rieur des cellules de leurs hôtes. Ils y sont toujours introduits; leur origine est toujours exogène.

Ainsi, rien dans leur comportement ne semble séparer les virus des bactéries. Il y a cependant lieu de noter que les virus sont *obligatoirement parasites*. On ne peut les cultiver, comme les bactéries, sur des milieux synthétiques. Ils ne peuvent se multiplier que *sur du matériel vivant*. On a pu les cultiver, mais seulement sur des embryons ou des cultures de tissus.

Les virus cristallisés

Il suffit d'avoir rappelé l'état d'esprit qui régnait, il y a quelques années encore, pour comprendre l'étonnement qui frappa le monde scientifique lorsqu'il apprit, en 1935, que le biologiste américain W.M. Stanley avait réussi à obtenir le virus de la mosaïque du tabac à l'état pur et *sous forme cristallisée*. Le virus fut recueilli par ultracentrifugation (1). Les centrifugeuses normales tournant à quelques milliers de tours à la minute sont incapables d'assurer la sédimentation de particules aussi légères que les virus; mais ce résultat est obtenu par les

de la mosaïque du tabac se présente sous forme d'aiguilles allongées (fig. 2). Le virus du rabougrissement de la tomate est constitué par des éléments sphériques. Le virus de la vaccine (fig. 3) se présente sous forme d'éléments polyédriques, à arêtes vives.

Les virus sont dépourvus de membrane enveloppante, cet élément si caractéristique de tous les êtres vivants. En un mot, la forme des virus, telle que la révèle le microscope électronique, paraît correspondre bien plutôt à une structure chimique qu'à une organisation vitale.

Les dimensions de quelques virus, exprimées en *millimicrons* ($m\mu$), c'est-à-dire en millièmes de micron ou millièmes de millimètre, sont données dans le tableau ci-dessous :

Variole	200 — 300 $m\mu$
Mosaïque du tabac.....	150 x 15 $m\mu$
Rabougrissement de la tomate..	35 $m\mu$
Poliomyélite, Fièvre aphteuse..	environ 10 $m\mu$

Les dimensions des virus sont intermédiaires entre celles des plus petites bactéries (les *Rickettsia*, qui sont les agents du typhus exanthématique, mesurent 500 $m\mu$) et les plus grosses molécules protéiques (la molécule d'hémo-

(1) Les cristaux obtenus par Stanley ne sont pas, en fait, de vrais cristaux, mais des « cristaux liquides » ou « paracrystaux », ainsi que l'ont démontré Bernal et Fankuchen.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 268 (octobre 1939).

cyanine, pigment respiratoire de certains invertébrés, atteint un diamètre de 20 m μ).

Les virus-protéines

L'obtention de virus purs et cristallisés a permis d'en entreprendre l'analyse chimique. Celle-ci a prouvé que le virus de la mosaïque du tabac ne représente rien autre chose qu'une molécule de nucléoprotéine, d'où le nom de virus-protéine qu'on lui a donné. Cette conclusion s'applique probablement à tous les virus, bien que leur analyse chimique n'ait été le plus souvent qu'à peine ébauchée. On sait, d'ailleurs, depuis longtemps que nombre de protéines sont capables de cristalliser; les virus-protéines rentrent donc, sur ce point, dans la règle générale.

Rappelons que les nucléoprotéines qui constituent les éléments essentiels du protoplasme, et en particulier du noyau sont formées par l'association d'une substance protéique et d'acide nucléique. Les matières protéiques représentent des associations complexes d'acides aminés; les acides aminés s'associent pour former des polypeptides (telle la peptone); les polypeptides se combinent pour former les substances protéiques. Les matières protéiques sont ainsi constituées par plusieurs centaines d'acides aminés associés en chaînes.

La constitution de l'acide nucléique est également bien connue. L'acide nucléique est essentiellement formé par :

- 1° un radical acide phosphorique, PO⁴.
 - 2° un sucre du groupe des pentoses, le ribose, C⁵H¹⁰O⁵;
 - 3° des corps azotés du groupe des purines et des pyrimidines : l'adénine, la guanine, la cytosine, l'uracile et la thymine.
- Ces trois séries de corps s'associent en une

chaîne à laquelle on a donné le nom de nucléotide. Le noyau de l'acide nucléique est formé de quatre nucléotides, réunis par des chaînons transversaux reliant les molécules de ribose et d'acide phosphorique (fig. 5). Le noyau de l'acide nucléique est donc un tétranucléotide (P.A. Levene).

Les virus-protéines ne représentent donc que des molécules de nucléoprotéines; mais elles se distinguent des nucléoprotéines étudiées jusqu'ici par leur poids moléculaire énorme. Svedberg a montré que le poids moléculaire de la plupart des protéines est égal à 34 500 ou à un multiple de ce chiffre :

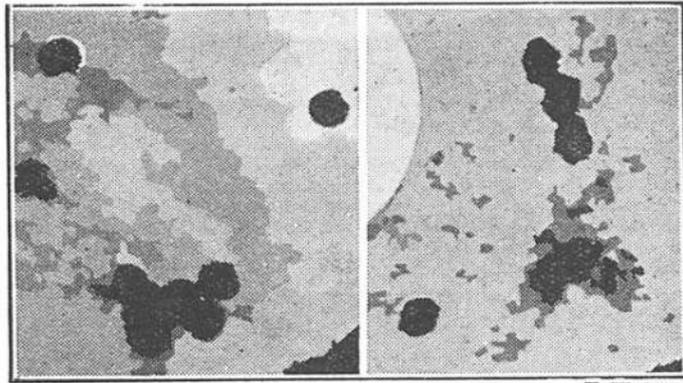
	Poids moléculaire
Albumine du blanc d'œuf.....	34 500
Hémoglobine	68 000
Globuline du sérum.....	104 000

L'hémocyanine, pigment respiratoire de nombreux invertébrés, se fait remarquer par son poids moléculaire énorme, de l'ordre de 5 000 000.

La molécule du virus-protéine, agent de la mosaïque du tabac, atteint un poids encore plus considérable: son poids moléculaire est d'environ 25 000 000. D'autres virus ont probablement des poids moléculaires encore plus élevés.

Les virus-protéines représentent-ils des corps chimiques ou des êtres vivants?

Les recherches de Stanley et de ses émules soulèvent une passionnante question : les virus-protéines représentent-ils des corps chimiques ou des êtres vivants?



T W 23525

FIG. 3. — VIRUS DE LA VACCINE GROSSI 23 000 FOIS (H. ET E. RUSKA ET VON BORRIES)



T W 23523

FIG. 2. — VIRUS DE LA MOSAÏQUE DU TABAC PHOTOGRAPHIÉ A L'ULTRAMICROSCOPE (G = 20 000) (D'APRÈS KAUSCHE, PFANKÜCH ET RUSKA)

Cette question conduit à rechercher les critères du vivant.

Le phénomène vital par excellence, spécifique de la vie, est l'*assimilation*. Un cristal de chlorure de sodium s'accroît s'il est plongé dans une solution mère renfermant des molécules de chlorure de sodium, *identiques* aux éléments qui constituent sa propre substance. Il ne s'accroît point, lorsqu'il est plongé dans une solution de chlorure de potassium. C'est là un phénomène de *croissance*, non d'*assimilation*. Les êtres vivants *assimilent*, c'est-à-dire qu'ils absorbent des matériaux étrangers, différents de leur propre substance, et les transforment en une matière semblable à la leur. C'est à cette transformation que l'on donne le nom d'*assimilation*. Ce phénomène est à la base de la reproduction et de la multiplication.

Or, il est bien certain que les virus assimilent. Stanley a fait remarquer que le virus de la mosaïque du tabac s'attaque non seulement au tabac, mais à bon nombre d'autres plantes. La maladie de la mosaïque a pu être reproduite, à partir du virus du tabac, chez vingt-neuf espèces végétales, réparties en quatorze familles. Le virus de la mosaïque du tabac prospère par exemple dans le phlox, qui diffère considérablement du tabac. Les protéines de ces plantes sont certainement très différentes les unes des autres. Ce fait implique que le virus ne se comporte point comme un cristal plongé dans une solution mère, mais comme un agent capable de transformer les protéines de son hôte en une protéine spécifique qui lui est propre. C'est un phénomène d'*assimilation*.

L'*assimilation* se ramène donc à un phénomène de synthèse. Quel en est le mécanisme? Nous l'ignorons. Elle représenterait, d'après Stanley, une synthèse effectuée à partir de molécules de petites dimensions, probablement d'acides aminés, d'acide phosphorique et de sucres. A. Boivin (1) se représente le phénomène de la façon suivante : « On imagine la molécule géante d'une nucléoprotéine-virus comme exerçant autour d'elle une sorte de champ directeur, dans lequel viendraient se grouper, s'orienter et se combiner des corps à petites molécules, tous fournis par la cellule-hôte, et dont l'union donnerait naissance à une nouvelle molécule de nucléoprotéine. »

Quoi qu'il en soit, les virus doivent être considérés, du fait qu'ils *assimilent*, comme des êtres vivants. Il résulte de cette affirmation que les

(1) Boivin (A.). — Récents progrès dans nos connaissances sur la nature des virus. *Sciences*. LXIX., 1942.

propriétés caractéristiques de la vie sont capables de se manifester à l'échelle moléculaire (1).

Les virus et l'origine de la vie

Si les virus-protéines doivent être considérés comme des êtres vivants, ils représentent, sans conteste, les formes vivantes de beaucoup les plus simples que nous connaissions. On ne saurait néanmoins les considérer comme la clef qui résoudra le problème de l'origine de la vie. Ils sont, en effet, *obligatoirement* parasites d'organismes supérieurs, animaux ou végétaux, à l'existence desquels leur multiplication est inéluctablement liée. On ne saurait donc voir en eux les représentants attardés des premières formes vivantes apparues sur la terre.

La plupart des biologistes les considèrent comme les représentants dégradés et simplifiés par le parasitisme d'organismes plus complexes, de bactéries probables.

Les virus ressemblent étrangement au « nucléoïde », ou noyau primitif, mis récemment en évidence par Piekarski, chez les bactéries. Ce noyau paraît formé d'une molécule de nucléoprotéine. Les virus ne sont peut-être que des bactéries réduites à leurs noyaux. L'absence ou la réduction du cytoplasme serait la raison pour laquelle les virus sont incapables de se multiplier en milieux synthétiques.

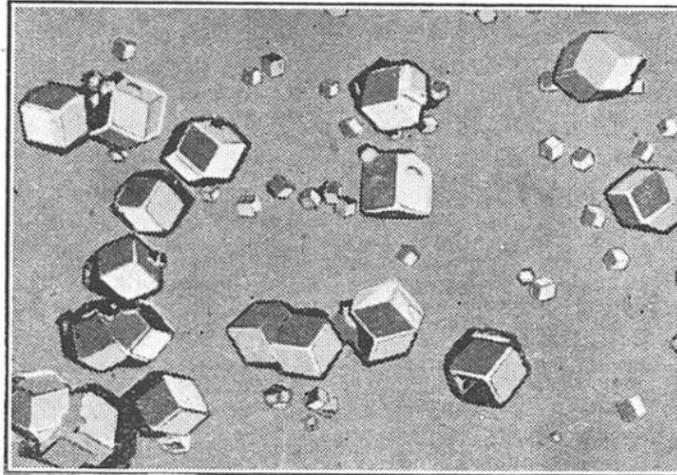
Il n'en reste pas moins — et c'est ce qui donne aux virus leur extraordinaire intérêt — qu'ils nous offrent l'*image* la plus exacte que nous possédions des stades qui ont marqué le passage du non vivant au vivant.

Virus et gènes

Les virus ne sont pas les seuls agencements d'ordre moléculaire susceptibles de présenter les caractéristiques du vivant. On sait que les caractères héréditaires se trouvent sous la dépendance de très petits corpuscules, les gènes, renfermés dans les chromosomes. Or, les gènes semblent présenter les plus grandes affinités avec les virus.

Les gènes, comme les virus, sont incapables de mener une vie autonome. Les uns et les autres ne peuvent se multiplier qu'à l'intérieur

(1) Le virus-protéine de la mosaïque du tabac présente cependant, quant à ses dimensions, la limite extrême au-dessous de laquelle les « propriétés vitales » de ce virus disparaissent. Kausche, Pfankuch et Ruska ont montré que lorsqu'on brise, à l'aide des ultrasons, les éléments du virus, en fragments de 80 à 40 m μ , ceux-ci perdent leur virulence.



T W 23524

FIG. 4. — CRISTAUX EN DODÉCAÈDRES DU VIRUS DU RABOUGRISSEMENT DE LA TOMATE (D'APRÈS BOWDEN ET PIRIC)

d'organismes supérieurs. Leur mode de multiplication paraît semblable.

Les dimensions des gènes et des virus sont du même ordre de grandeur. Les gènes de la mouche du vinaigre, *Drosophila melanogaster*, mesurent environ 50 m.

Les gènes sont essentiellement constitués, comme les virus, par des nucléoprotéines.

Certaines anomalies, comme la panachure des feuilles, sont produites soit par des virus, soit sous l'influence de facteurs héréditaires, c'est-à-dire de gènes.

suivant le type chimique à la matière vivante organisée sur le mode biologique (1).

Ce point est si important qu'il convient de le bien préciser. Il est courant d'entendre dire que les processus vitaux se ramènent à des processus chimiques. Cette affirmation n'a pas plus de valeur explicative que la célèbre formule : « Le cerveau secrète la pensée. » Une interprétation vraiment féconde se doit de pénétrer les différences qui séparent la matière inorganique de la substance vivante, tout en mettant en lumière les liens qui les relient

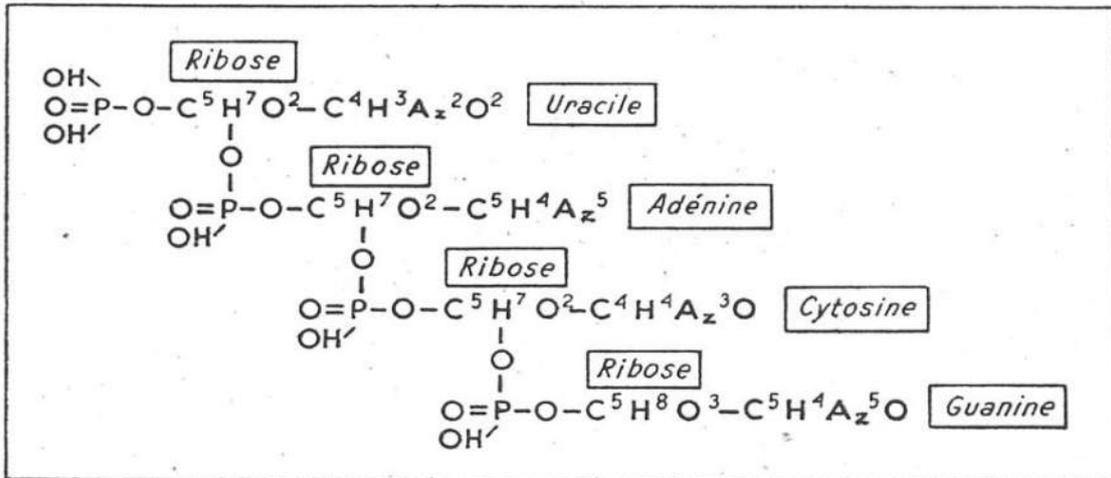


FIG. 5. — FORMULE DE L'ACIDE NUCLÉIQUE. (D'APRÈS LEVÈNE.)

T W 23527

Les gènes sont sujets à éprouver de brusques changements auxquels on donne le nom de mutations. Les virus présentent des phénomènes analogues. Ils sont l'objet de variations brusques qui se traduisent par des différences de virulence ou de symptomatologie (fig. 4). Jensen n'a pas isolé moins de 50 « mutants » du virus de la mosaïque du tabac. Ce sont des variations de même ordre qui sont probablement à l'origine des phénomènes d'« atténuation » de virulence qui jouent un rôle si important en thérapeutique.

Il n'a pas été possible jusqu'ici d'isoler les gènes, et, de ce fait, leur étude est beaucoup moins avancée que celle des virus. Aussi, le généticien se doit-il de suivre attentivement les recherches consacrées aux virus; elles lui apportent des données qui, malgré qu'elles soient d'ordre comparatif, constituent pour lui de précieuses indications.

De la molécule chimique à l'être vivant

Une conclusion remarquable se dégage des recherches dont les principaux résultats ont été résumés dans les lignes précédentes : les virus constituent de véritables intermédiaires entre les molécules protéiques et les êtres vivants unicellulaires. Des premières, ils possèdent la forme, la structure et la composition chimique, ainsi que la forme cristalline. Des seconds, ils ont la faculté de multiplication et le pouvoir d'assimilation. Les virus représentent les termes de passage qui relient la matière inanimée agencée

l'une à l'autre. Le chimiste et le biologiste étudient, tous deux, l'organisation de la matière, mais à des niveaux différents.

La matière vivante ne doit pas ses propriétés remarquables à la nature chimique de ses éléments. Le vivant est constitué par des éléments très banaux, largement répandus dans l'univers : le carbone, l'azote, l'oxygène, l'hydrogène et quelques traces de métaux et de métalloïdes très communs. Lorsque les éléments de la matière vivante se dispersent, ils retournent à l'état de molécules banales, ne présentant aucune des propriétés du vivant. La caractéristique du vital n'est donc pas d'ordre proprement chimique.

La propriété fondamentale de la matière vivante, c'est son pouvoir d'assimilation, c'est-à-dire d'organisation et de synthèse. Le vivant constitue par là un centre créateur d'énergie qui s'oppose à l'accroissement de l'entropie de la matière inerte. Nous savons que l'énergie se dégrade lentement, mais sûrement. Certains esprits ont voulu tirer de ce fait une philosophie de l'univers; philosophie borgne qui ne connaît

(1) Les bactériophages, découverts par le biologiste d'Hérelle, et qui s'attaquent aux bactéries (fig. 6), représentent probablement des formes intermédiaires entre les virus-protéines et les bactéries. Ruska a montré, tout récemment, à l'aide du microscope électronique, que les bactériophages ont une structure organisée; ils sont formés d'une « tête » structurée et d'un cil terminal. Les bactériophages secrètent de puissantes diastases, les lysines, qui dissolvent les bactéries. D'Hérelle a toujours soutenu que le bactériophage représente un être vivant. Il lui a donné le nom de *Protobios bacteriophagus*.

que l'inerte et ignore le vivant et la nouveauté essentielle qu'il apporte dans le monde.

C'est grâce à son pouvoir d'organisation et de synthèse que la vie est capable de construire ces édifices extraordinairement complexes que sont les matières protéiques, et spécialement les nucléoprotéines. Ce n'est point l'effet du hasard que les corps les plus complexes que nous connaissons soient tous l'œuvre du vivant. Sans la vie, la chimie serait amputée de ses chapitres les plus riches et les plus variés. Les synthèses biologiques sont d'un ordre si complexe que l'homme n'est parvenu à les imiter que de façon très rudimentaire et incomplète.

Il convient de rechercher à quoi correspond cet accroissement de complexité lié aux activités vitales. Non seulement il se manifeste dans l'ordre chimique, mais il constitue encore la caractéristique essentielle de l'évolution organique. La zoologie n'est que l'étude des organisations de complexité croissante qui conduisent de l'amibe à l'homme. Les complications progressives des édifices organiques ne sont que la suite de celles que l'on suit dans le domaine de la chimie. Cet accroissement de complexité représente-t-il un simple jeu de la nature, ne correspondant à aucune fin? L'amibe, a-t-on dit, vit aussi bien que l'homme, et la simple cellule qui la constitue remplit, tout comme lui, les fonctions de respiration, de digestion, d'assimilation, de reproduction, de sensation et de mouvement.

Ne nous laissons pas arrêter par ce facile sophisme. Les complications progressives de la matière ont un but : celui de permettre la réalisation de phénomènes d'un ordre plus élevé. Cette idée apparaît fréquemment sous la plume des biologistes anglo-saxons; elle est à la base de ce que l'on a appelé la « philosophie de l'émergent ». M. le professeur Caullery (1) l'a excellemment résumée en quelques mots : « La philosophie de l'émergent consiste essentiellement à remarquer que la matière se manifeste à nous à une série d'états distincts et de complications croissantes, chacun étant, en quelque sorte, l'intégration de celui qui le précède : électrons, atomes, molécules, corps composés de la chimie classique. Or, à chaque degré supérieur de complication, émergent des propriétés nouvelles que ne permettaient pas de prévoir celles des degrés inférieurs. Les substances vivantes peuvent assez logiquement être considérées comme réalisant une nouvelle étape

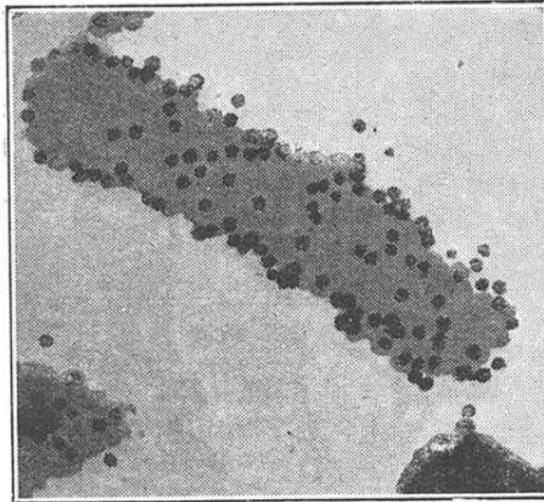
de complexité dans les états de la matière, et il n'est pas impossible que les propriétés qui leur sont spéciales et opposent les organismes aux substances non vivantes, résultent simplement de ce degré nouveau de complexité, d'où elles émergent, sans que cela implique une opposition radicale entre le domaine de la vie et celui de la matière. »

La complexité organique ne nous apparaît plus ainsi comme un jeu stérile de la nature, mais comme la condition inéluctable de la réalisation d'une activité supérieure. Une éponge dépourvue de système nerveux et d'éléments sensoriels, est capable de répondre aux excitations du monde extérieur, mais ses réactions sont très grossières et fort peu variées. Les organes sensoriels et les connexions nerveuses des animaux supérieurs constituent le clavier infiniment varié sur lequel jouent les impressions du monde physique et auxquelles répondent de multiples activités. La plupart des mammifères sont capables de reconnaître le sens des signes, mais, seul, le cerveau humain atteint le degré de complexité nécessaire pour permettre le mécanisme du langage.

Il est vraisemblable que les propriétés du vivant, et, en particulier, sa caractéristique essentielle, l'assimilation, ne peuvent se manifester que dans des molécules atteignant le degré de complexité des virus-protéines.

L'évolution du monde organique s'est faite, semble-t-il, dans le sens d'un épanouissement de la pensée qui atteint, pour l'instant, son point culminant dans la pensée humaine (1). Si l'on rejette l'idée que la pensée est née par génération spontanée, c'est dans ce pouvoir d'organisation de la matière vivante qu'il convient d'en rechercher l'origine. Les connaissances que nous venons d'acquérir sur la structure des virus-protéines estompent les limites qui paraissaient autrefois séparer brutalement le vivant du non vivant. Un même courant semble traverser la matière, organisant sur des plans successifs, et suivant des modes propres à chacun, l'atome, la molécule, le virus-protéine, le protiste, l'animal, l'homme. La pensée, organisatrice de l'action, n'est que le terme ultime de ce mouvement progressif de synthèse. Par là, les dernières conclusions de la science moderne rejoignent la profonde intuition du poète latin : « Mens agit molem ».

A. VANDEL.



T W 23526

FIG. 6. — BACTÉRIOPHAGES ATTAQUANT UNE BACTÉRIE GROSSIS 18 000 FOIS PAR LE MICROSCOPE ÉLECTRONIQUE. (E. RUSKA.)

(1) Caullery (M.). — Le problème de l'Evolution Paris 1931.

(1) Voir : « L'évolution du monde animal », dans *La Science et la Vie*, n° 300 (août 1942).

LES PROGRÈS DES GAZOGÈNES A BOIS ET A TOURBE

par Henri DOYEN

La carbonisation du bois avec récupération des produits précieux de sa distillation est, en attendant que des usines d'hydrolyse permettent de le transformer en carburants liquides (alcool et cétones), la manière la plus rationnelle d'utiliser les calories qu'il peut fournir. Mais elle demande un matériel et une main-d'œuvre qu'il est difficile de trouver dans les circonstances actuelles; aussi doit-on, sur un certain nombre de véhicules, gazéifier directement le bois. Cette solution présente des inconvénients graves : forte teneur en pyroligneux des gaz produits et faible pouvoir calorifique du gaz quand le combustible est humide. On a pu remédier dans une large mesure à ces défauts des gazogènes à bois et à tourbe, et les générateurs les plus modernes, munis de dispositifs de récupération de chaleur et brûlant un combustible à faible teneur en humidité, sont capables de fournir avec un rendement excellent (3 kg de bois équivalent à 1 litre d'essence), un gaz pur et de composition sensiblement constante.

A PRÈS deux ans et demi de pénurie des carburants la France dispose aujourd'hui d'environ 100 000 gazogènes. Malheureusement la production de charbon de bois n'a pas suivi le rythme de la fabrication des gazogènes, et 60 % seulement de ceux-ci peuvent être approvisionnés. La nécessité d'intensifier la production de charbon de bois et d'agglomérés ne fait donc aucun doute. Dans un pays qui aurait le temps et les moyens d'équiper une industrie de traitement du bois et d'utilisation de ses produits, la carbonisation du bois dans de grandes installations est certainement la solution la plus rationnelle. Les agglomérés corrigent certains inconvénients du charbon de bois : pouvoir calorifique faible et densité peu élevée (0,2) qui font que le rayon d'action des voitures ne peut guère dépasser 100 kilomètres sans rechargement, et grande avidité du charbon de bois pour l'humidité.

Mais la fabrication du bois et des agglomérés requiert une main-d'œuvre nombreuse et des tonnages importants de métaux ainsi que des délais qui ne sont pas toujours acceptables. Pour tourner cette difficulté on peut envisager de gazéifier directement dans les générateurs les produits végétaux qui servent de matière

première à la fabrication du charbon de bois. Dans une étude récente, M. Didierjean (1) passe en revue les divers avantages économiques de cette solution. Le tableau I, relatif aux besoins de 100 000 camions à gazogène couvrant annuellement un parcours de 30 000 kilomètres et utilisant soit du bois, soit du charbon de bois, résume cette étude (2).

(1) *Revue des Carburants Nationaux*, juillet 1942.
(2) Si intéressant que soit ce tableau, il appelle les réserves que voici :

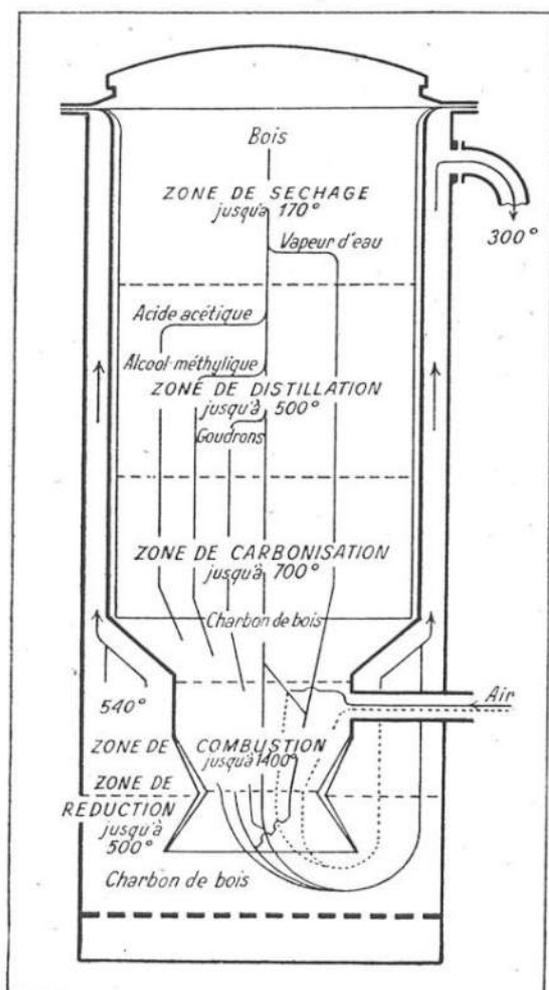
1° Le rendement en charbon de bois à partir de bois à 20 % d'eau peut être porté aisément à 22-25 %, au lieu de 17 %, comme l'auteur l'a prévu parce qu'il n'a tablé que sur l'emploi de fours transportables. Or, on en vient précisément de plus en plus aux fours à chauffage externe qui, outre ce rendement bien meilleur en charbon, permettent d'obtenir par tonne de bois de 40 à 60 kg de goudron qu'on vend, en pratique, de 5 à 8 francs le kilogramme. Au surplus, sous certaines conditions, spécialement si l'on ne carbonise que du bois sec et si l'on dégoudronne le gaz à 130-160°, on peut récupérer le pyroligneux pour la préparation d'herbicides, de fongicides ou pour l'imprégnation des bois.

2° Dans un programme de développement du bois carburant, il ne faut omettre ni le personnel, ni le matériel pour le séchage du bois, ce qui représente une opération délicate (incendies des séchoirs

Types de gazogènes	Consommation	Equivalent à	Main-d'œuvre de fabrication ou de conditionnement
A charbon de bois.....	1 200 000 t de charbon de bois (a)	18 000 000 stères de bois	106 000 ouvriers
A bois.....	3 000 000 t de bois (b)	7 500 000 stères de bois	26 000 ouvriers (c)

(a) A raison de 12 t par an et par véhicule, chaque tonne représentant 15 stères de charbonnettes;
(b) A raison d'un kilogramme de bois par kilomètre parcouru et en comptant 400 kg pour un stère;
(c) La préparation d'un stère de bois nécessite 0,4 journée pour le bûcheronnage et 0,3 journée pour le découpage et le conditionnement.

TABLEAU I. — COMPARAISON DES BESOINS DE 100 000 VÉHICULES MARCHANT SOIT AU BOIS, SOIT AU CHARBON DE BOIS



T W 23534

FIG. 1. — LE PRINCIPE DU FONCTIONNEMENT D'UN GAZOGÈNE À BOIS À TIRAGE INVERSÉ (IMBERT)

Le bois est d'abord séché, puis il distille ses produits volatils et se transforme en charbon de bois. Le charbon de bois descend dans la zone de combustion où s'équilibrent, suivant la température, d'une part, la combustion complète du carbone donnant naissance à du gaz carbonique et, d'autre part, les réductions par le carbone de l'eau dégagée par la distillation du bois et du gaz carbonique formé. Ces réductions donnent naissance à de l'oxyde de carbone et de l'hydrogène. Enfin, les autres produits de la distillation du bois (acide acétique, alcool méthylique, goudrons) sont décomposés pendant leur passage au travers de la zone de combustion, et donnent notamment du méthane combustible.

Mais l'utilisation directe du bois, si elle présente l'avantage de la simplicité, ne va pas sans de nombreux inconvénients, particulièrement avec les gazogènes de série actuellement en service. Les meilleurs gazogènes de série ne peuvent, en effet, malgré l'équivalence élevée du combustible employé, fournir avec les combustibles vendus couramment et dont si ceux-ci sont mal construits ou si on les chauffe directement avec un foyer), et onéreuse, si l'on ne dispose pas de combustible d'appoint ou si on l'utilise mal.

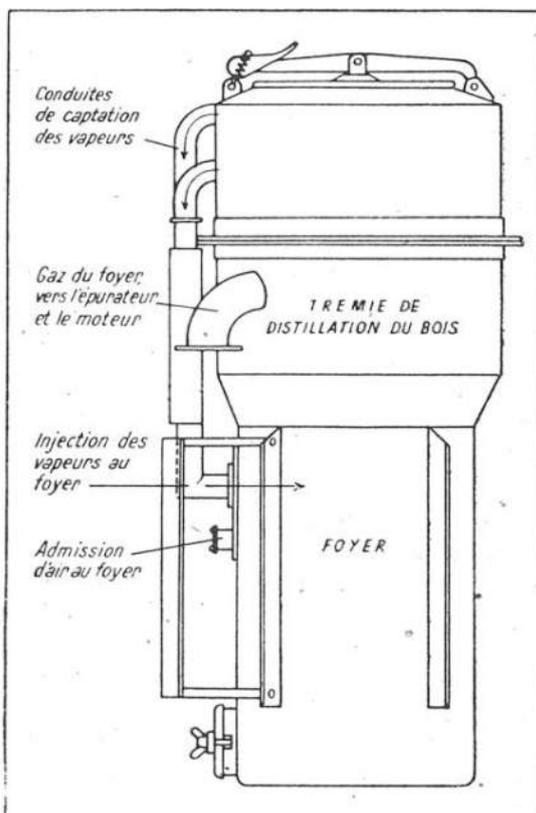
la teneur en eau est rarement inférieure à 30 %, plus de 1 150 calories au maximum par m³ de gaz, ce qui nuit grandement à l'économie et au rendement du moteur. Le manque de cuivre et d'acier 18/8 (1) pour leur chemisage et la fabrication de pièces soumises de façon intensive à l'action du feu et des produits pyrolytiques peut donner des inquiétudes au sujet de la longévité des gazogènes à bois construits actuellement.

Enfin, avec les gazogènes à bois, le problème de l'épuration des gaz avant leur admission dans le moteur est toujours délicat et le perfectionnement de l'épurateur est, avec l'amélioration du rendement thermique, le progrès le plus important que l'on doit rechercher sur les gazogènes à bois.

Le fonctionnement d'un gazogène à bois

Les gazogènes à bois et à tourbe sont constitués par la superposition d'un four de carbonisation et d'un gazogène à charbon de bois (fig. 1). De haut en bas, le four de car-

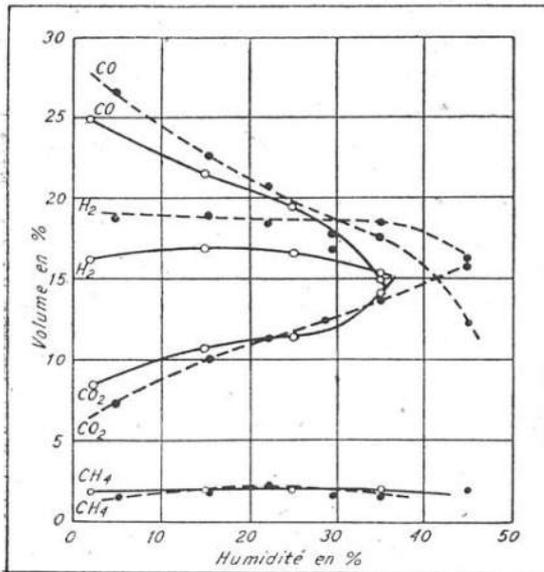
(1) 18 % de chrome; 8 % de nickel.



T W 23529

FIG. 2. — LE « RECYCLAGE » DES GAZ DANS UN GAZOGÈNE SABATIER-DECAUVILLE

Une partie des gaz de combustion est contrainte à traverser les zones de carbonisation et de distillation du bois; captée à la partie supérieure du gazogène par une tuyauterie disposée dans la cuve, elle est amenée dans la zone de combustion où la décomposition des produits de distillation du bois se complète.

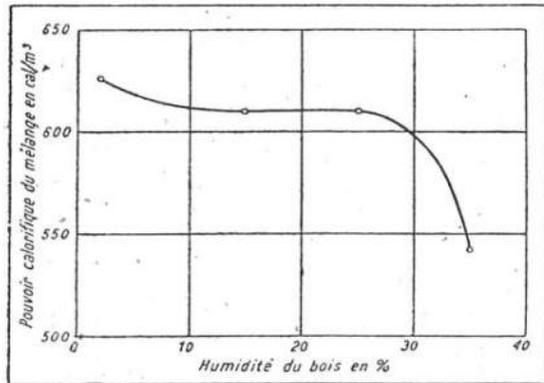


T W 23533

FIG. 3. — VARIATION DE LA COMPOSITION DU GAZ EN FONCTION DU DEGRÉ D'HUMIDITÉ DU BOIS CHARGÉ DANS UN GAZOGÈNE

Les courbes en trait plein sont relatives à un gazogène de série, et les courbes en pointillé à un gazogène amélioré thermiquement.

bonisation comprend trois zones de transformation : séchage (jusqu'à 150-180°), distillation (jusqu'à 500°), carbonisation (jusqu'à 700° environ); puis dans la partie correspondant au gazogène lui-même se succèdent la zone de combustion (jusqu'à 1400°) et la zone de réduction de CO₂ en CO (jusqu'à 500°). Presque tous les gazogènes à bois, à tourbe et à lignine appliquent, d'une manière plus ou moins ingénieuse, le principe du tirage inversé,



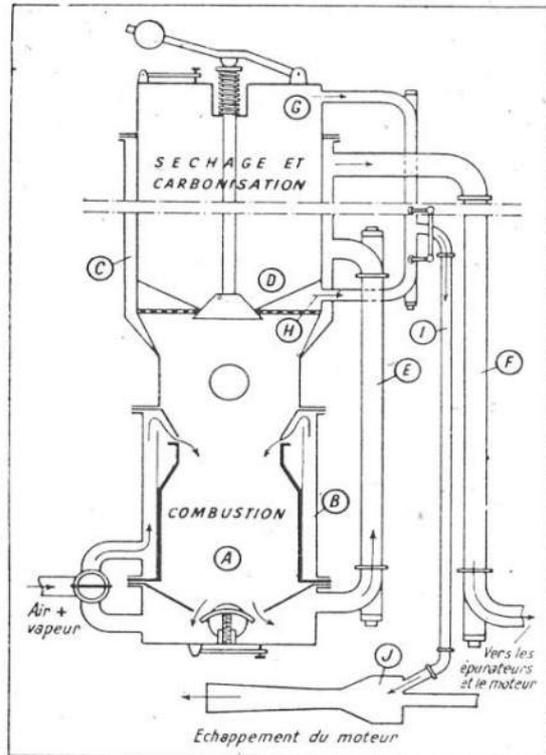
T W 23538

FIG. 4. — VARIATION DU POUVOIR CALORIFIQUE DU MÉLANGE GAZ-AIR EN FONCTION DU DEGRÉ D'HUMIDITÉ DU BOIS ADMIS DANS UN GAZOGÈNE

Le pouvoir calorifique du mètre cube du mélange d'air et de gaz admis dans le moteur décroît de 630 à 540 calories quand la teneur en humidité du bois ou de la tourbe passe de 3 à 35 %. En termes pratiques, ceci signifie que la puissance du moteur tombe d'environ 27 à 18 ch.

lequel a pour objet de « cracker » les goudrons formés dans la zone de distillation et de carbonisation afin de les transformer le plus complètement possible, d'une part en carbone qui, à son tour, donnera de l'oxyde de carbone, puis d'autre part en hydrogène et en méthane. L'efficacité du crackage dépend de la température de la zone de combustion et de la vitesse à laquelle les gaz et les goudrons traversent cette zone. Le bas de la cuve du foyer comporte généralement le dispositif dit en diabolo, où un étranglement facilite un contact intime entre le combustible incandescent et les vapeurs à décomposer. Parfois un dispositif de recyclage d'une partie des gaz (fig. 2) vient encore améliorer le contact du charbon et des vapeurs.

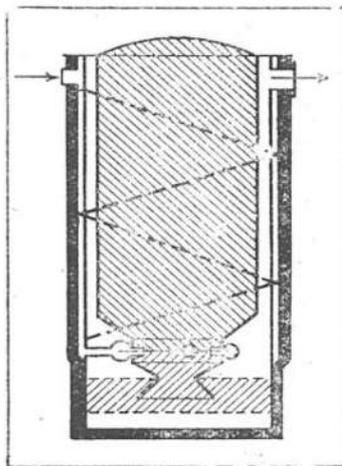
Celles-ci contiennent, en même temps que



T W 23528

FIG. 5. — GAZOGÈNE A TOURBE CAZES MUNI D'UN DISPOSITIF DE RÉCUPÉRATION DE CHALEUR

Cet appareil à circulation renversée ne comporte pas de tuyère, mais il est muni d'une enveloppe métallique B constituant une chambre que parcourt le mélange d'air et de vapeur à insuffler à la base de la cuve A, ce qui permet une première récupération de la chaleur que rayonne principalement la zone de combustion. On procède ensuite à une seconde récupération. Celle-ci porte sur la chaleur des gaz sortant à la base de la cuve A. Pour cela, ces gaz sont amenés, par l'intermédiaire de la tuyauterie E, dans le manteau C de la trémie D, où ils complètent le séchage de la tourbe, puis, par la canalisation F, on les dirige vers les appareils d'épuration et le moteur. D'autre part, la vapeur d'eau s'échappant en G et en H de la zone de séchage est aspirée, par l'intermédiaire de la tuyauterie I, au moyen de l'éjecteur J qu'actionnent les gaz d'échappement du moteur, puis rejoulée par eux dans l'atmosphère.



T W 23537

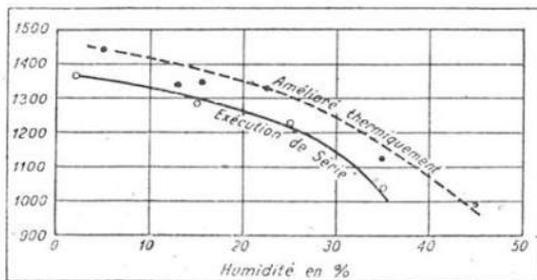
FIG. 6. — GAZOGÈNE A BOIS IMBERT REVÊTU D'UNE DOUBLE ENVELOPPE ET D'UN CALORIFUGE

Les gaz chauds produits par le gazogène (enveloppe intérieure) échangent leur température avec l'air frais de combustion (enveloppe extérieure). L'ensemble est calorifugé par une enveloppe isolante qui empêche les pertes de chaleur par rayonnement et convection. On a représenté en pointillé le trajet en hélice du courant d'air dans l'enveloppe où circule l'air frais à réchauffer.

— que le gaz carbonique formé dans la combustion du carbone n'est plus réduit dans la même proportion, le mélange devient plus riche en gaz carbonique et s'appauvrit en oxyde de carbone (fig. 3), son pouvoir calorifique diminue (fig. 4) :

— que l'eau et les pyrolyseux peuvent traverser le foyer sans être décomposés, ce qui demandera aux épurateurs des gaz un effort excessif.

Cette baisse de température peut se produire,



T W 23535

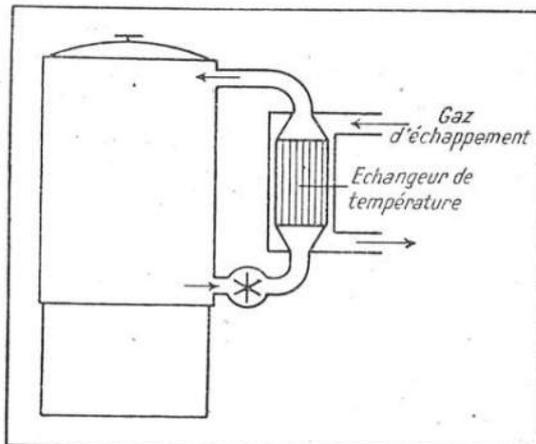
FIG. 7. — LE RELÈVEMENT DU POUVOIR CALORIFIQUE DU MÉLANGE GAZEUX DANS UN GAZOGÈNE IMBERT AMÉLIORÉ THERMIQUEMENT

Les deux courbes sont relatives, l'une (trait plein) au pouvoir calorifique du gaz d'un gazogène Imbert de série, et l'autre (trait pointillé) d'un gazogène Imbert amélioré thermiquement (fig. 6). On voit que ce dernier peut s'accommoder d'un bois à plus forte teneur en humidité que le gazogène de série.

des goudrons, des acides gras volatils, principalement de l'acide acétique, qui se transforment en oxyde de carbone et en hydrogène, perdant ainsi leur pouvoir corrosif vis-à-vis des métaux. Enfin l'eau, dont le bois contient une proportion qui peut aller jusqu'à 30 %, est réduite dans la zone de combustion, ce qui donne naissance à de l'hydrogène et de l'oxyde de carbone. Cette réaction est endothermique et, par conséquent, elle a tendance à abaisser la température du foyer. Si cette température devient trop basse, il en résulte :

outre le cas où le bois est trop humide, quand le moteur fonctionne au ralenti.

Pour améliorer le fonctionnement du gazogène au double point de vue de la pureté et du pouvoir calorifique des gaz produits, il faudra relever autant que possible la température du foyer, et pour cela reporter sur le gazogène toutes les calories qui se perdent inutilement, soit pendant le refroidissement avant l'admission à l'épurateur, soit à l'échappement des gaz brûlés. Enfin on ne se contentera pas d'améliorer le gazogène lui-même mais on perfectionnera aussi les épurateurs et on améliorera le combustible par une dessiccation plus poussée du bois.



T W 23536

FIG. 8. — RÉCUPÉRATION DE LA CHALEUR DES GAZ D'ÉCHAPPEMENT DU MOTEUR POUR LE RÉCHAUFFAGE DE LA ZONE DE SÉCHAGE DU GAZOGÈNE

Une circulation de gaz aspire le mélange gazeux au bas de l'appareil et l'injecte de nouveau à la partie supérieure après l'avoir fait passer dans un échangeur où il reçoit une certaine partie (jusqu'à 50 %) de la chaleur des gaz d'échappement du moteur (gazogène Hansa). (D'après M. Mohr.)

Les gazogènes améliorés thermiquement

Un inventaire des pertes de chaleur et des causes de refroidissement du foyer qui se présentent dans un véhicule à gazogène nous suggérera les divers dispositifs qui peuvent être employés pour améliorer un gazogène du point de vue thermique :

— Les gaz sortent du gazogène à une température de 540°. Pour les épurer et avant leur admission au moteur, il faut les refroidir énergiquement. Dans un gazogène ordinaire une partie de la chaleur de ces gaz est utilisée pour provoquer le séchage et la carbonisation du bois. Une autre est perdue par rayonnement et convection sur la paroi externe du gazogène ; enfin les gaz qui quittent le générateur pour se rendre à l'épurateur ont encore une température élevée et ils doivent entrer dans l'épurateur à une température qui ne doit pas dépasser 70°. Dans les installations ordinaires, la chaleur dont on les débarrasse est dissipée en pure perte ;

— Le foyer est à une température considérable ; il perd de la chaleur par rayonnement et convection ;

— Les gaz brûlés du moteur sortent à une

température supérieure à 500° et sont rejetés directement dans l'atmosphère;

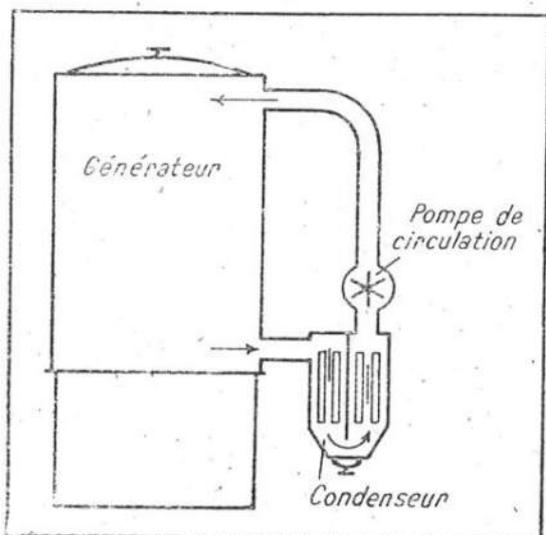
— Enfin nous avons vu que l'eau qui traverse le foyer et est réduite par le carbone à haute température, absorbe de la chaleur. Cette chaleur n'est pas perdue puisque la réduction de l'eau élève le pouvoir calorifique du gaz. Mais elle présente l'inconvénient d'abaisser la température de la zone de réduction du gaz carbonique et elle devient nuisible si l'eau passe en trop grande quantité dans la zone de réduction. L'élimination d'une partie de cette eau constitue donc une amélioration thermique du gazogène, bien qu'elle provoque le gaspillage de la chaleur qui a servi à vaporiser cette eau.

De cette revue des diverses causes de perte de chaleur se déduisent les améliorations qu'on peut apporter aux générateurs de gaz. On peut, suivant les cas, reporter les chaleurs récupérées soit sur la zone de séchage et de carbonisation, soit sur l'air frais admis dans la zone de combustion.

— Dans le gazogène Cazes, on réchauffe l'air de combustion par la chaleur rayonnée du foyer (fig. 5). Ce gazogène est également muni d'un dispositif d'élimination de la vapeur d'eau produite dans la zone de séchage du bois.

— Dans le gazogène Imbert amélioré (fig. 6) les gaz sortant du foyer du générateur échauffent non seulement les zones de séchage et de carbonisation, mais échangent une partie de leur chaleur avec l'air frais admis dans le foyer. L'ensemble est calorifugé. La figure 7 montre le gain de pouvoir calorifique réalisé avec une telle installation.

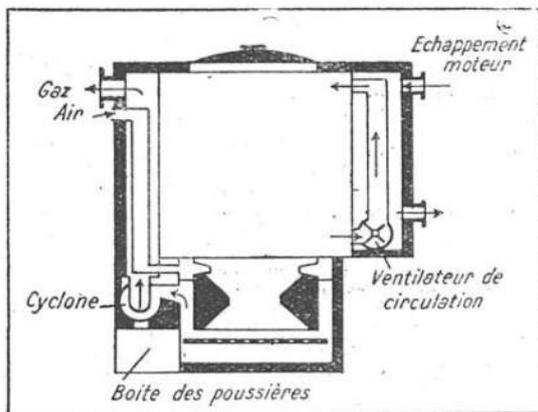
— Dans les gazogènes allemands Hansa, deux solutions en apparence contradictoires sont employées. Une circulation de gaz prélève des vapeurs à la partie inférieure de la



T W 23532

FIG. 9. — ÉLIMINATION DE LA VAPEUR D'EAU ET D'UNE PARTIE DES GOUDRONS DANS UN GAZOGENE HANSA

Une circulation de gaz aspire le mélange gazéifié au bas de l'appareil, le débarrasse de ses produits condensables, et l'injecte de nouveau dans la partie supérieure du gazogène. (D'après M. Mohr.)



T W 23535

FIG. 10. — GAZOGENE A BOIS HANSA A RECUPERATION DE CHALEUR SUR LE MELANGE GAZEUX FORME ET SUR LES GAZ D'ÉCHAPPEMENT DU MOTEUR

La zone de séchage du bois est réchauffée par une circulation de gaz du type décrit à la figure 8. L'air de combustion est réchauffé par les gaz sortant de la zone de combustion et allant au moteur. Afin que ce dispositif d'échange des températures n'agisse pas comme un épurateur, un cyclone approprié réalise une épuration partielle du gaz avant l'échange des températures.

zone de séchage. Dans un cas elle les réchauffe avec la chaleur des gaz d'échappement du moteur, dans l'autre elle les refroidit pour éliminer par condensation l'eau qu'elles renferment (fig. 8 et 9).

La figure 10 représente schématiquement un gazogène Hansa qui récupère, en même temps que la chaleur des gaz d'échappement (réchauffage de la zone de séchage), la chaleur des gaz sortant du foyer et la communique à l'air frais admis dans le foyer.

L'ensemble de tous ces perfectionnements permet d'élever de 1 200 à 1 400 calories par m³ le pouvoir calorifique du gaz, soit un gain d'environ 20 % (tableau II).

L'épuration des gaz

L'amélioration du rendement thermique des gazogènes doit obligatoirement marcher de pair avec une épuration très poussée du gaz avant son arrivée au moteur.

En général, cette opération s'échelonne en plusieurs stades dont le premier consiste à faire passer les gaz chauds sortant du gazogène dans les appareils pré-épurateurs (cyclones, boîtes de détente, etc...) qui, tout en refroidissant ces gaz, commencent à les débarrasser de leurs impuretés, puis dans des appareils finisseurs, constitués par des filtres où, avant de passer au mélangeur et aux moteurs, ils abandonnent les goudrons et les poussières qu'ils renferment encore. A son arrivée aux appareils d'épuration, la température du gaz ne doit pas excéder de plus de 70° la température ambiante, même à la fin d'un essai de quatre heures.

Afin de retenir les poussières les plus ténues et le goudron, on recourt soit à l'épuration humide, laquelle consiste à mettre les gaz au contact d'huile ou de surfaces humides, soit à l'épuration sèche, laquelle comporte généralement un réservoir contenant des matières diverses (coke, liège, laine de verre) et un

	Pouvoir calorifique	Amélioration
Sans échangeur	1 187 cal	0 %
Avec échangeur	1 268 cal	6,8 %
Avec échangeur + élimination de l'eau.....	1 314 cal	10,65 %
Avec échangeur + élimination de l'eau + 13 % de chaleur des gaz d'échappement.....	1 351 cal	13,8 %
Echangeur + élimination de l'eau + 50 % de chaleur des gaz d'échappement.....	1 386 cal	16,7 %
Echangeur + élimination d'eau + 50 % de chaleur des gaz d'échappement + isolation.....	1 420 cal	19,6 %

TABLEAU II. — GAIN DE POUVOIR CALORIFIQUE DES GAZ SUIVANT LES DIVERS DEGRÉS DE L'AMÉLIORATION THERMIQUE DES GAZOGÈNES

filtre en toile de coton ou en papier hydrofugé (dispositif Magondeaux).

Que la filtration soit sèche ou humide, les appareils sont complétés par des filtres de sécurité en laiton à mailles serrées. Ces organes empêchent les retours de flammes dans le circuit d'épuration du gaz. D'autre part, si l'un des filtres en toile est détérioré et laisse passer une quantité anormale de poussières, les filtres de sécurité se colmatent, ce qui provoque une perte de puissance puis un arrêt du moteur.

deux filtres; l'un, destiné à arrêter les grosses poussières, placé avant le refroidissement, et un filtre fin contenant de la soie de verre.

En Suède, le gazogène à charbon de bois Lion possède un pré-épurateur composé d'un cyclone et d'un filtre fin en toile.

Dans tous les cas, on doit se garder de l'emploi de matières filtrantes trop fragiles ou donnant des particules très fines et très abrasives — la soie de verre par exemple — qui peuvent être entraînées dans le moteur et en provoquer une usure prématurée.

En France, les dispositifs les plus connus sont ceux de Cohin-Poulenc, Sabatier-Decauville, etc.

En Allemagne, dans les gazogènes à bois, d'ailleurs très peu nombreux, le système d'épuration comporte, dans le gazogène Visco, des filtres à huile; dans le gazogène Hansa, un barboteur à eau est complété par un filtre à liège; dans le gazogène Imbert, on dispose successivement d'un barboteur à eau, d'un réfrigérant tubulaire pourvu de plaques de choc, puis d'un filtre à granules de liège.

En Suisse, le gazogène à charbon de bois Franz comporte

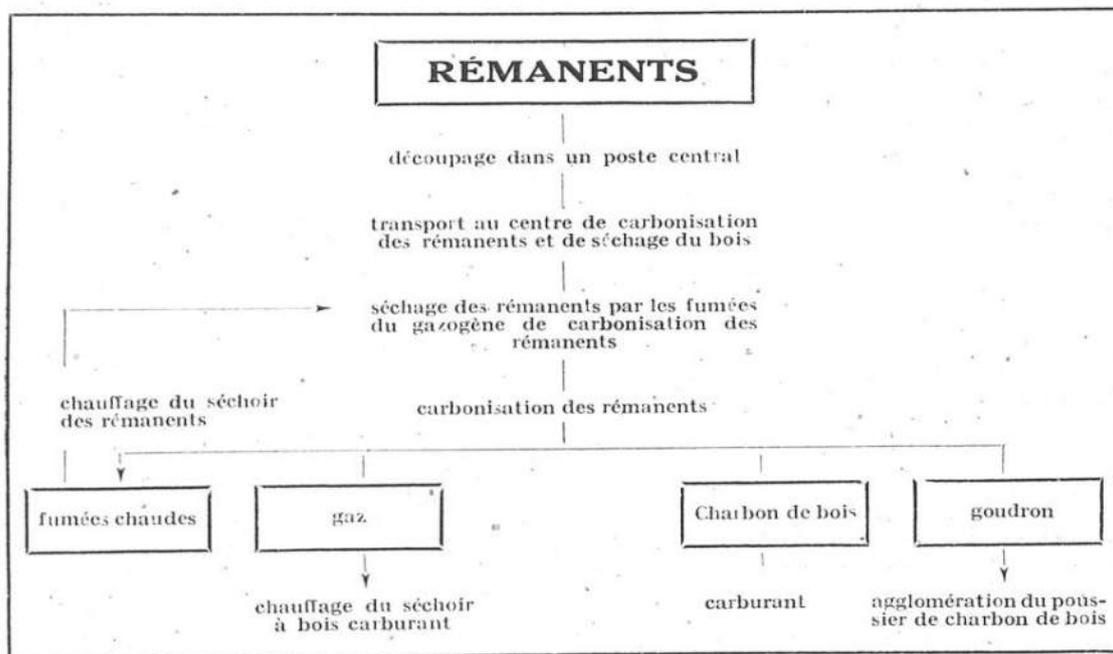
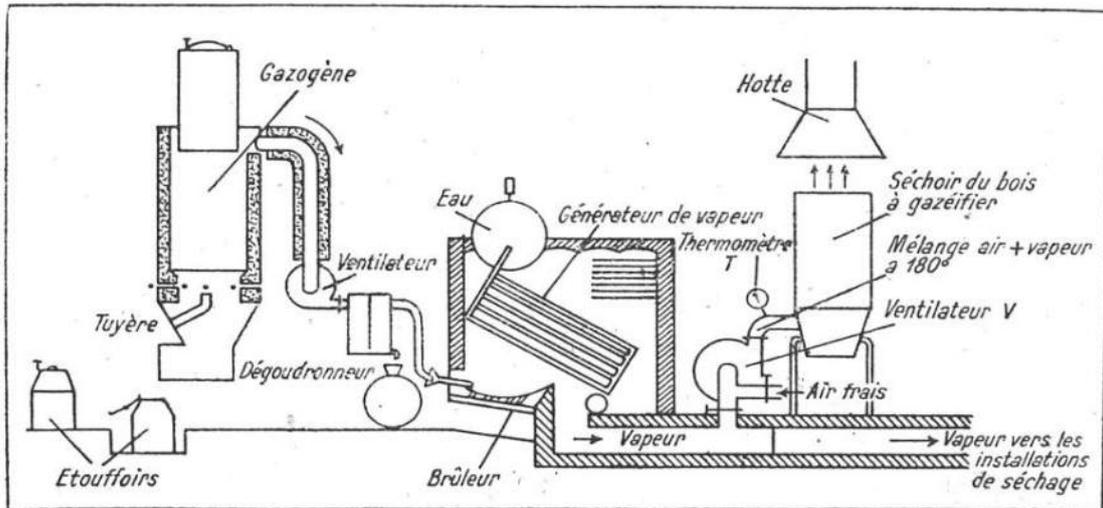


FIG. 11. — SCHÉMA DE L'UTILISATION RATIONNELLE DES RÉMANENTS POUR LE SÉCHAGE DU BOIS CARBURANT. Par tonne de rémanents à 20 % d'eau on obtient 1 500 000 à 1 800 000 calories, 150 à 200 kg de charbon de bois et 20 à 40 kg de goudron.



T W 23530

FIG. 12. — LA PRODUCTION DE VAPEUR CHAUDE POUR UN SÉCHOIR A BOIS

Le gaz produit par le gazogène est employé au chauffage d'un générateur de vapeur, mais avec cette variante que les fumées sortant du générateur de vapeur sont aspirées par le ventilateur V, conjointement à de l'air qui ramène leur température à 180° environ, ce que le thermomètre T permet de contrôler. Ce mélange gazeux est alors refoulé dans le séchoir, puis il est dirigé, à la température de 80° environ, dans l'atmosphère par l'intermédiaire de la hotte. Le bois séché est chargé dans le four-gazogène.

Les teneurs en poussières et en goudron tolérées

Le Service des gazogènes a fixé comme suit les teneurs maxima en poussières et en goudron dont peuvent être chargés les gaz avant leur admission dans le mélangeur précédant le moteur :

Type de gazogène	Impuretés totales par kg de combustible gazéifié
	mmg
Classe A : à bois.....	250
— B : à charbon de bois...	30
— C : à charbons minéraux.	80

Ces stipulations du cahier des charges mettent en évidence les difficultés de l'épuration qui sont maxima pour le bois. Bien que les constructeurs aient déjà quelques difficultés à s'y conformer, elles apparaissent larges dans le domaine de la pratique. Effectivement, pour un parcours de 40 000 km d'un camion de 5 tonnes, elles correspondent au passage dans le moteur de 10 ou de 1,6 kg de goudron et de poussières, suivant qu'on emploie dans le gazogène du bois ou un combustible minéral. Ces quantités sont encore beaucoup plus fortes si l'on fait intervenir les poussières abrasives que contient, en proportions plus ou moins grandes, l'air secondaire, admis en mélange avec le gaz de gazogène et qui nécessiterait l'emploi d'un filtre sur son orifice d'entrée.

Par suite, comme l'observait récemment M. le colonel Rouyer, si l'on ne parvient pas à améliorer les filtres dont on dispose actuellement et de manière à obtenir une épuration au moins dix fois meilleure, on éprouvera toujours de graves mécomptes dans l'emploi des gazogènes et on usera prématurément les moteurs. De toute façon, d'ailleurs, on devra employer des appareils aussi simples que possible, peu encombrants, légers et ne causant

pas au passage du gaz une perte de charge supérieure à 0,1 atmosphère.

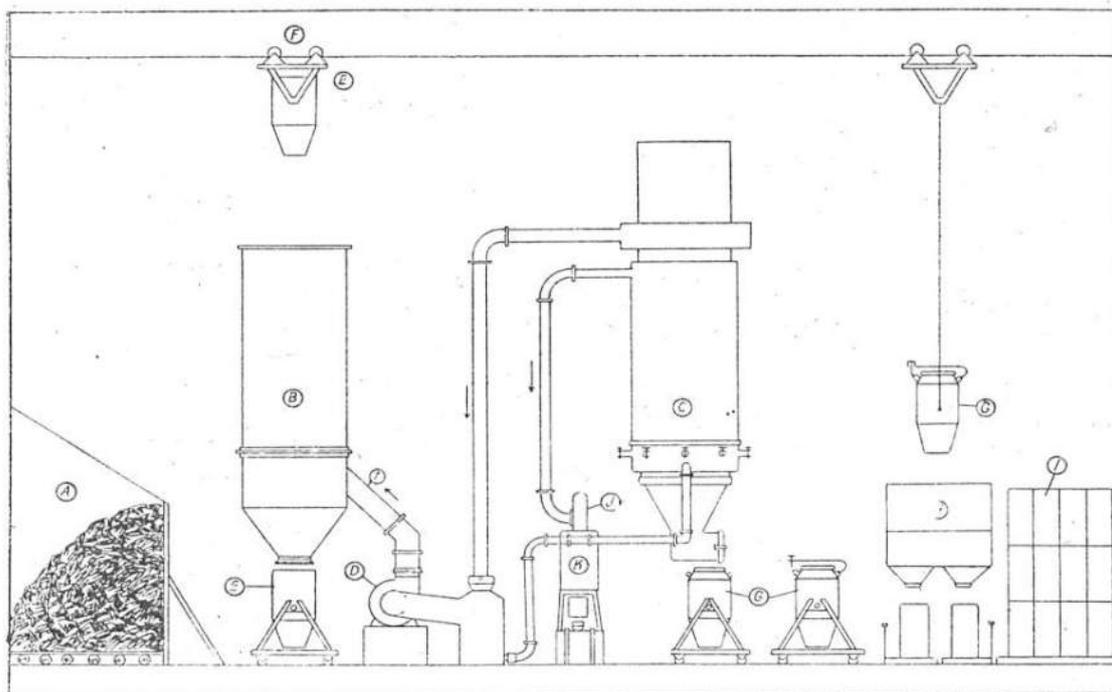
Pour le bon entretien du moteur, il conviendrait que la teneur en impuretés du gaz de bois ne dépassât guère 25 à 30 milligrammes par kg de combustible gazéifié, c'est-à-dire dix fois moins que la tolérance aujourd'hui admise pour le bois.

La solution de ce problème ne doit pas être cherchée dans un perfectionnement des épurateurs qui risquerait d'entraîner une complication plus grande, mais dans une diminution de la teneur en eau et en goudron du gaz qui arrive à l'épuration. Ce résultat est obtenu en partie par l'amélioration thermique du moteur, qui relève la température du foyer. Elle doit être complétée par une dessiccation plus poussée du bois à gazéifier. La teneur en eau du bois qui s'abaisse aujourd'hui rarement au-dessous de 30 % devrait être au maximum de 20 % si le bois est employé sur-le-champ et de 8 % si le bois doit être stocké.

La dessiccation du bois carburant

Le séchage du bois devra se faire dans des installations simples et disposant d'une source de chaleur bon marché.

La résolution du problème du chauffage des séchoirs consiste à recourir comme combustible d'appoint aux rémanents et aux sarments qu'on carbonisera dans des fours gazogènes dérivés du modèle classique de Riche. Ces appareils permettent, suivant la pratique acquise en Seine-et-Oise — les appareils étant convenablement calorifugés — de disposer économiquement et simultanément de trois produits : charbon de bois (15 à 20 % selon les conditions de marché,) goudron (20 à 40 kg par tonne de bois) et gaz pour le service des séchoirs. De cette manière pratique, comme le montre le tableau de la figure 11, rémanents



T W 23531

FIG. 13. — LA PRODUCTION DE GAZ COMBUSTIBLES POUR LE CHAUFFAGE DES SÉCHOIRS

Les tronçons de bois, stockés en A, sont chargés dans la touraille B parcourue par les jumées sortant du jour gazogène C et insufflées dans le séchoir par le ventilateur D. Après séchage, le bois est reçu dans la benne E qui, par l'intermédiaire du treuil F, sert à l'alimentation du jour gazogène C. De la base de ce dernier, on évacue périodiquement, en général toutes les 20 minutes, du charbon de bois. Celui-ci est pris par la benne G qui sert à l'alimentation de l'appareil de criblage H. Le charbon de bois conditionné est ensaché automatiquement, puis stocké en I au poste d'expédition. Le gaz de carbonisation-gazéification est aspiré par le ventilateur J qui le rejette dans le dégoudronneur K, puis vers les appareils d'utilisation.

et sarments, ces miettes de la forêt, participent au ravitaillement en charbon de bois ainsi qu'en bois carburant tout en fournissant du goudron pour la préparation d'agglomérés (carbonite, Actigaz, etc...).

Ce principe a déjà reçu des applications industrielles remarquables que les figures 12 et 13 représentent schématiquement. Ces dispositions sont très simples et très faciles à établir et à conduire. Elles permettent, au moyen de déchets forestiers, de suppléer au manque de charbon.

On conçoit aisément, d'après la pratique industrielle acquise en Seine-et-Oise, la création de centres de conditionnement préparant

à la fois du bois carburant et du charbon de bois conjointement à du goudron anhydre, à partir des rémanents et des sarments, en utilisant des fours à gazogènes de construction simple et robuste, faciles à déplacer.

La réalisation de ce programme offre d'autant plus d'intérêt qu'elle ne nécessite que peu de métaux puisque, tout en permettant d'abaisser le prix de revient du bois carburant et du charbon de bois, elle permet d'utiliser toutes nos ressources en bois.

Ces mêmes principes permettront de tirer un parti avantageux de combustibles naturellement humides, tels que la tourbe et les lignites.

H. DOYEN.

A la pression atmosphérique, le graphite, porté à très haute température, se sublime, c'est-à-dire qu'il passe directement de l'état solide à l'état gazeux, sans se liquéfier. La fusion du graphite a été réalisée expérimentalement par M. James Basset dans son laboratoire des ultrapressions. Au-dessous de 100 kg/cm², le graphite ne peut, quelle que soit la température, exister qu'à l'état de solide ou de gaz; à 100 kg/cm², il fond à 4000° K (degrés absolus); au-dessus, il peut exister, suivant la température, à l'état solide, liquide ou gazeux. Par chauffage électrique d'un bâtonnet de graphite dans une bombe à fenêtre de quartz remplie d'argon, M. James Basset a pu tracer le diagramme de fusion et de vaporisation du carbone jusqu'à une pression de 11 500 kg/cm².

L'AVIATION JAPONAISE EN 1942

par Jules CHENAC

A la veille de la guerre du Pacifique, en novembre 1941, la revue des appareils connus de l'aviation japonaise (1) indiquait des avions de types déjà anciens (1935 à 1938) aux performances modestes. Nous en avons conclu que le secret des plus récents types d'avions était bien gardé dans l'Empire du Mikado, et qu'on pouvait se demander si la technique nipponne atteignait le niveau élevé de la technique américaine en matière d'avions et de moteurs. Au bout d'une année de guerre dans le Pacifique et dans l'océan Indien, le voile s'est quelque peu déchiré, et le moins qu'on puisse dire est que la valeur de la technique japonaise avait été sous-estimée. Non seulement le nombre d'avions sortis par les quinze usines d'avions et les dix usines de moteurs de l'Empire du Soleil Levant a dépassé 10 000 en 1941, mais les types d'avions au millésime 00, 01 ou 02 ne le cèdent en rien, ainsi que le major Alexander de Seversky l'a reconnu aux Etats-Unis, à leurs similaires étrangers, même américains.

IL est devenu banal de répéter qu'au cours de ces dernières années l'industrie aéronautique japonaise s'est très largement inspirée des techniques étrangères. La liste des licences y est particulièrement abondante, mais ces licences y étaient surtout étudiées par l'Institut de recherches de Tokio (Tokio Teikoku Daigoka Dokukent Kyujo) en vue de stimuler une production nationale de qualité.

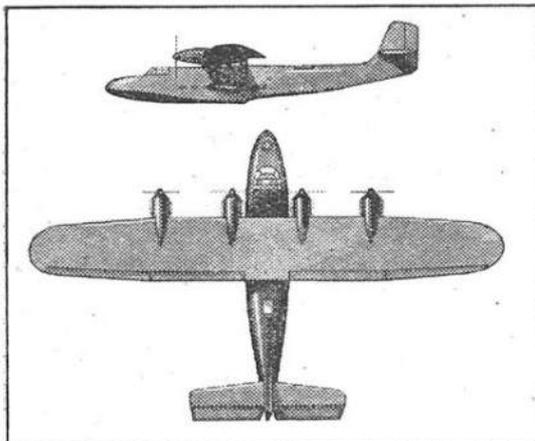
Les derniers types d'avions construits sous licence au Japon furent des Vultee, des Fiat BR.20 et des Potez 63.

C'est du côté des moteurs que l'industrie nationale japonaise fut la plus longue à se met-

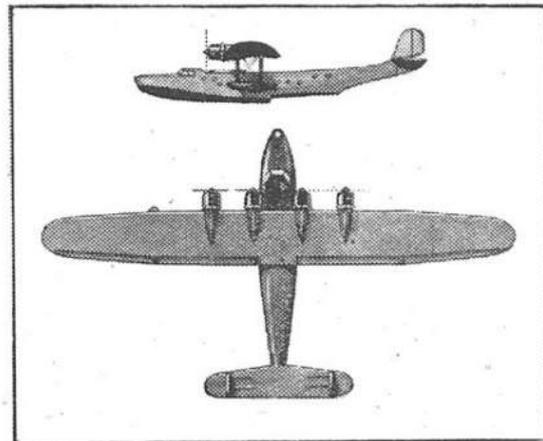
tre en route, et ce n'est qu'à partir de la guerre de Chine de 1937 que la production de moteurs refroidis par l'air, de types spécifiquement japonais, put être assurée.

D'après le capitaine de vaisseau Yoshikawa (article paru dans la revue allemande « Luftwissen »), la première réalisation d'un moteur d'avion de dessin japonais date de 1928 seulement : le moteur « Hiro », un 18 cylindres en W de 1 000 ch, qui fut construit par la Marine japonaise dans un de ses arsenaux pour

(1) Voir : « L'aviation japonaise dans le Pacifique », dans *La Science et la Vie*, n° 292, déc. 1941.



HIRO 97

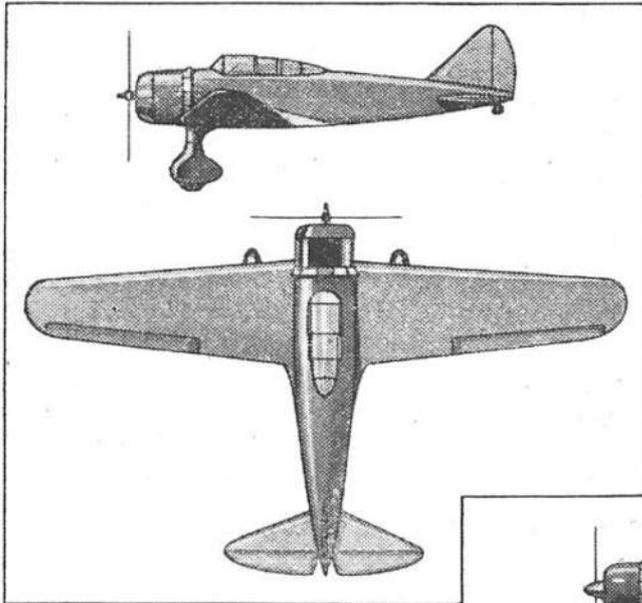


KAWANISHI 97

T W 23545

FIG. 1. — DEUX HYDRAVIONS QUADRIMOTEURS JAPONAIS DE RECONNAISSANCE MARITIME ET DE SURVEILLANCE COY 13E.

Ces deux appareils déjà anciens sont directement inspirés de la technique étrangère. Le HIRO 97 dérive du Lioré-Olivier H-24-6; son poids total est de 18 t, sa vitesse maximum de 330 km/h, ses moteurs des Hispano-Suiza de 860 ch. Le KAWANISHI 97 dérive d'un hydravion Sikorski; son poids total est de 22 t, sa vitesse maximum de 340 km/h, ses moteurs des Mitsubishi « Kinsei » de 1 000 ch. D'autres hydravions à coque quadrimoteurs dérivés du Short « Sunderland » britannique seraient construits par la firme Kawasaki. Enfin, vers 1939-1940, auraient été construits, au Japon, un certain nombre de quadrimoteurs terrestres dérivés du Douglas DC 4 américain et du Focke Wulf « Kondor » allemand (d'où dérive le Focke-Wulf « Kurier » de reconnaissance lointaine).

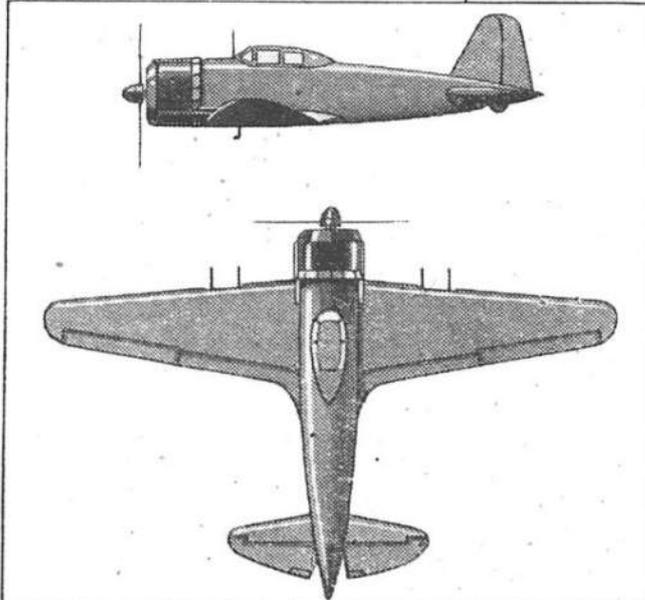


NAKAJIMA 97

T W 23540

d'autres types plus perfectionnés. Le MITSUBISHI S. 00 est un chasseur de l'aviation navale dont l'emploi est actuellement généralisé sur les porte-avions japonais et dont il est fait souvent mention dans les communiqués. Il est muni d'un moteur « Kinsei » développant 1 000 ch à 4 575 m, 14 cylindres en double étoile. Ses dimensions principales sont : envergure 12 m, longueur 8,65 m, poids total 2 330 kg. Il atteint une vitesse maximum de 580 km/h à 4 500 m d'altitude. Son plafond est voisin de 11 000 m. Son rayon d'action est normalement de 950 km à 425 km/h;

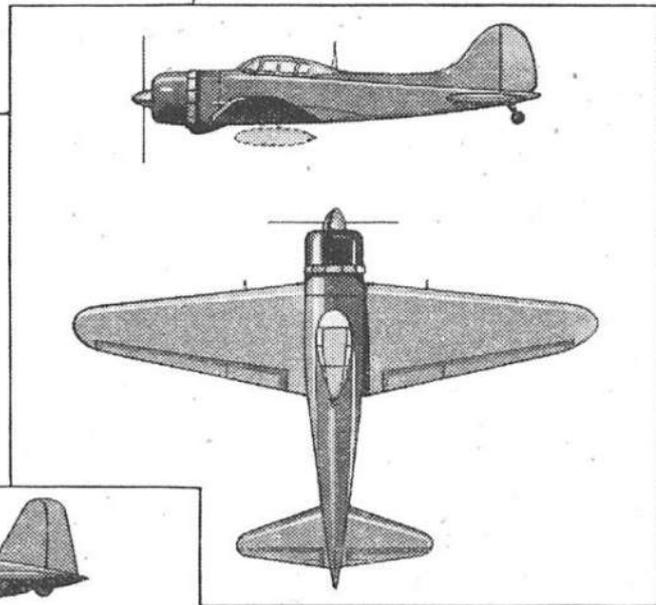
MITSUBISHI S-01



T W 23542

FIG. 2. — TYPES DE CHASSEURS JAPONAIS EN SERVICE

Le NAKAJIMA 97 est encore en service en grand nombre dans l'armée et dans la marine japonaises, de même que deux autres appareils contemporains, le Mitsubishi 97 et le Kawasaki 97, appareils semblables équipés de moteurs Kawasaki 102 de 850 ch, 14 cylindres en double étoile. Le Nakajima 97 est armé de trois mitrailleuses de 7,7 mm, synchronisées pour le tir à travers l'hélice; son envergure est de 11 m, sa longueur de 7,3 m, son poids total de 2 000 kg. Son moteur Hikari de 800 ch (9 cylindres en étoile) lui communique une vitesse maximum de 450 km/h et une vitesse de croisière de 400 km/h. Son rayon d'action est voisin de 600 km et son plafond de 9 000 m. Ce n'est pas un appareil moderne, ainsi qu'en témoigne son train d'atterrissage caréné et comme tel il est inférieur aux appareils anglais et américains d'Extrême-Orient. C'est pourquoi il cède progressivement la place à



MITSUBISHI S-00

T W 23541

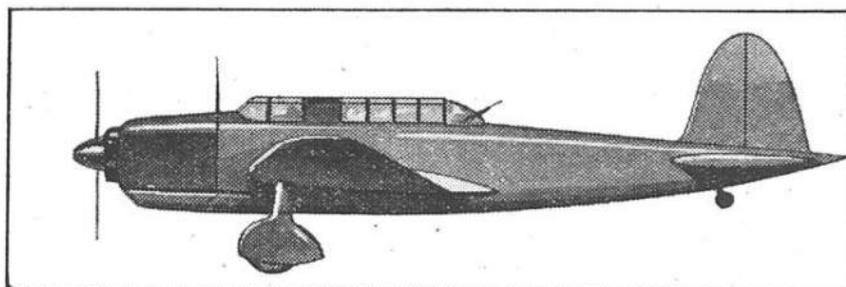
l'adjonction sous le fuselage d'un réservoir auxiliaire largable en bois permet de porter ce rayon d'action à 2 500 km, avec une vitesse de croisière de 260 km/h et un armement réduit. Récemment sont apparus des chasseurs plus modernes, tels que le MITSUBISHI S-01, chasseur de porte-avions atteignant 620 km/h, d'un rayon d'action de 2 000 km et armé de quatre canons d'aile. Comme le chasseur terrestre Kawasaki S-02, dont les performances et l'armement sont semblables, il est équipé du nouveau moteur Mitsubishi de 1 500-1 800 ch. Il faut signaler également la mise en service d'un destroyer bimoteur, le Mitsubishi S-00-2, équipé de deux moteurs Mitsubishi de 1 050 ch, qui lui confèrent une vitesse maximum de 560 km/h; le rayon d'action serait de 800 km et le plafond de 9 500 m. Ce dernier appareil serait muni d'un train d'atterrissage tricycle.

équiper des hydravions à coque. Mais déjà, ce moteur—dont l'aspect général rappelait les Isotta-Fraschini « Asso » des Savoia S. 55 X du maréchal Balbo,—était marqué par une originalité : le refroidissement des cylindres assuré partiellement par l'air et partiellement par liquide. En outre, la consommation horaire du moteur prototype « Hiro » de 1928 avait été abaissée au possible : ce souci des faibles consommations restera, d'ailleurs, caractéristique de l'aviation navale nipponne dont la préoccupation dominante est le rayon d'action(1).

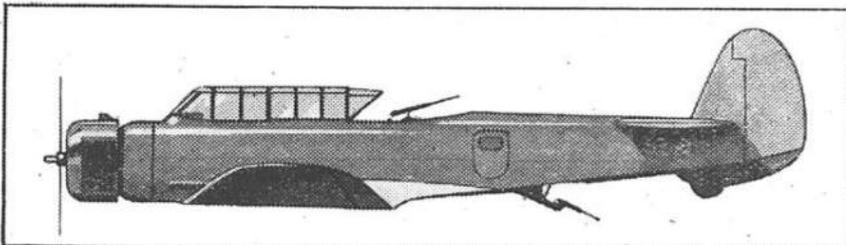
A partir de 1930, l'industrie japonaise se mit à produire des moteurs à cylindres en étoile refroidis par l'air. La firme Nakajima de Gumma Ken produisit la première des 9 cylindres de 500/700 ch : le « Kotobuki » (Compliment) et l'« Hikari » (Splendeur). Ce dernier moteur équipa le raid Tokio-Londres, du *Kamikazé* (Brise divine). En 1937, la grande firme Mitsubishi de Nagoya sortit son fameux 14 cylindres « Kinsei » (Étoile d'or) de 990/1075 ch, qui depuis 1937 équipa presque tous les avions utilisés lors de la guerre de Chine. Ce moteur « Kinsei », de 32,3 l de cylindrée, présente un assez faible maître-couple (1,22 m de diamètre). Il fournit 1 000 ch à 2 500 tours au décollage et 1 075 ch au même régime de 2 000 tours à l'altitude de 2 000 mètres. Sa consommation serait inférieure à 210 g au ch.h, ce qui est remarquable. Ce moteur équipe presque tous les avions jusqu'aux prototypes de 1940. (c'est-à-dire jusques et y compris le chasseur Mitsubishi 00).

Une version plus poussée, au maître-couple réduit à 1 m, a été réalisée depuis 1938 sous le nom de « Zuizei » (Étoile sacrée) de 28 litres de cylindrée.

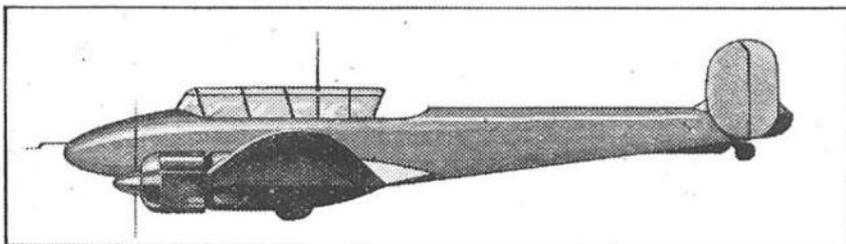
(1) L'étude des réservoirs supplémentaires largables pour avions de chasse se rattache à la même préoccupation.



MITSUBISHI 98



SHOWA 99



ARMY B-01

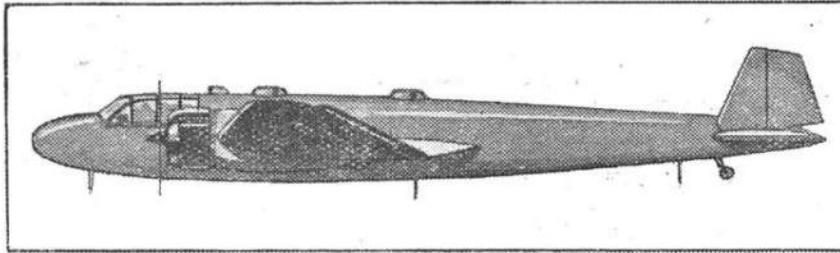
T W 23546

FIG. 3. — LES BIPLACES JAPONAIS DE COMBAT ET DE RECONNAISSANCE

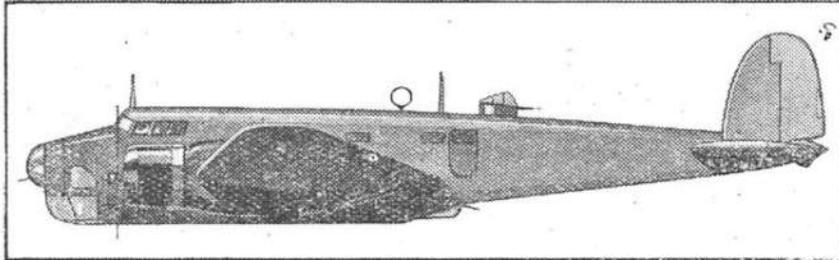
Les biplaces de reconnaissance japonais ressortissent à un certain nombre de types de performances modestes, à train d'atterrissage caréné fixe, parmi lesquels le plus répandu semble être le MITSUBISHI 98, dont diverses versions sont en service soit avec des moteurs Mitsubishi « Kinsei » de 1 000 ch en étoile et à refroidissement par air, soit comme ci-dessus avec des moteurs à refroidissement par liquide. Ce dernier type est connu aussi sous le nom de « Army 97 ». Son envergure est de 12 m, sa longueur de 8,5 m, sa vitesse maximum de 420 km/h, sa vitesse de croisière de 320 km/h, son rayon d'action avec bombes de 455 km. On rencontre en outre un certain nombre d'appareils inspirés des créations étrangères, comme le Showa 99, dérivé du Vultee V 11 G B américain, dont les performances de SHOWA 99, dérivé du Vultee V 11 G B américain, sont : envergure, 15,25 m; longueur, 11,3 m; poids total, 4 400 kg; vitesse maximum, 355 km/h; vitesse de croisière, 290 km/h; rayon d'action, 1 400 km à 300 km/h; plafond, 8 000 m. Il est équipé d'un moteur Showa de 850 ch et servi par deux ou trois hommes. L'armement comporte deux canons fixés à l'avant, une mitrailleuse sur le dos du fuselage et une sous le plancher tirant vers l'arrière.—L'ARMY B-01 dérive du Potez 63 français. Son poids total est de 4 500 kg; sa vitesse maximum est de 460 km/h à 4 000 m et son rayon d'action de 1 250 km. L'armement comporte une mitrailleuse fixe tirant vers l'avant et une mitrailleuse mobile tirant vers l'arrière.

Le Japon a commencé la guerre du Pacifique avec un nouveau moteur, dont le nom n'est pas révélé, mais dont la revue allemande « Luftwissen » a simplement indiqué la cylindrée : 45 litres, et le nombre de cylindres, 18 en étoile, pour une puissance de 1 500/1 800 ch. C'est ce moteur, au capotage arrondi avec fente frontale du genre Mercier, qui équiperait les plus récents avions Mitsubishi, le chasseur S.01 et le tout récent bombardier torpilleur bimoteur Mitsubishi OB.00 ou OB.01.

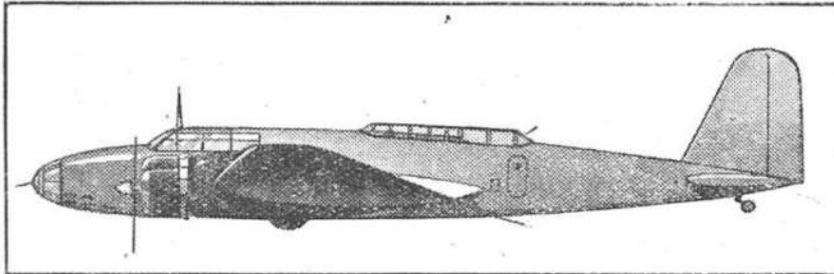
La situation serait moins brillante en ce qui



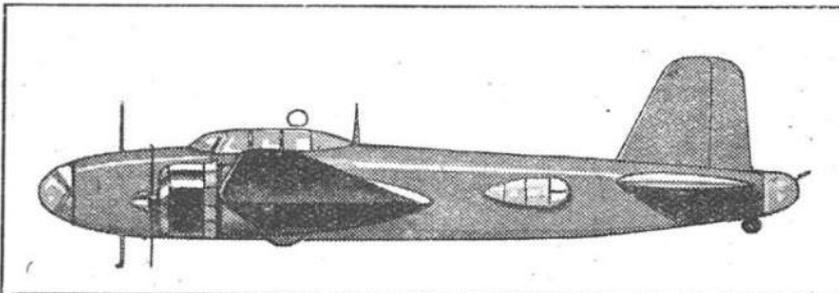
MITSUBISHI 96



MITSUBISHI 98



NAKAJIMA 98

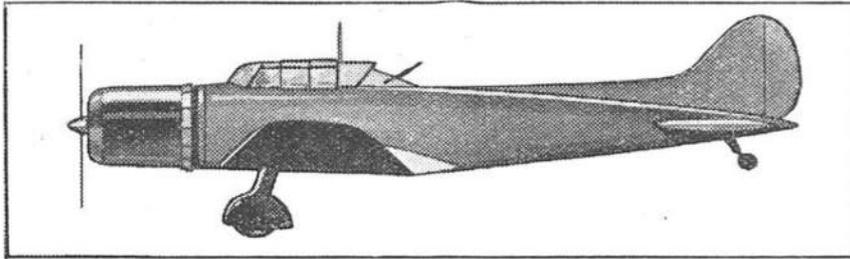


MITSUBISHI OB-01

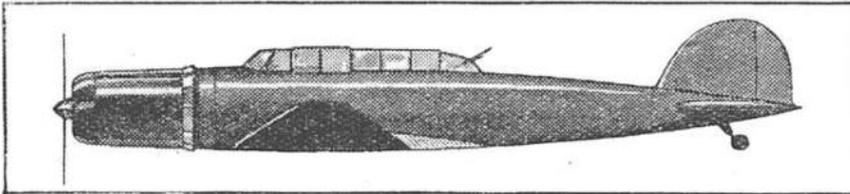
T W 23543

FIG. 4. — LES BIMOTEURS DE COMBAT, OU BOMBARDIERS LOURDS JAPONAIS

Bien qu'il s'agisse, pour les trois premiers appareils représentés ci-contre, d'appareils de conception assez ancienne, leurs performances ne sont cependant pas à dédaigner. Le MITSUBISHI 96 de l'aviation navale existe en deux versions. La première, « Otori » (Phœnix), est à train escamotable et à double dérive, équipée de deux moteurs 9 cylindres Nakajima « Kotobuki » de 550-700 ch, et atteint une vitesse maximum de 380 km/h; son rayon d'action est de 3 000 km. La seconde, plus répandue, dérive du « Soyokazé » (Brise). Elle est munie de deux moteurs « Kinsei », 14 cylindres en double étoile, à refroidissement à air, développant 1 000 ch à 3 000 m et actionnant des hélices tripales à pas variable. L'envergure est de 25 m, la longueur de 16,5 m, le poids total de 10 t. La vitesse maximum est de 370 km/h à 3 000 m, la vitesse de croisière de 320 km/h, le rayon d'action de 1 530 km et le plafond de 7 300 m. Il est servi par un équipage de quatre à sept hommes. L'armement comprend deux mitrailleuses fixes de 7,7 mm dans l'aile, une ou deux mitrailleuses mobiles dans les tourelles sur le dos du fuselage, une mitrailleuse mobile dans le plancher, une dans chaque paroi latérale, et enfin un canon de 20 mm tirant vers l'avant. L'appareil peut emporter 1 000 kg de bombes. Le MITSUBISHI 98 est le bimoteur de combat le plus caractéristique de l'aviation d'armée japonaise. Il dérive dans une certaine mesure de l'appareil italien Fiat B-R 20 dont l'industrie japonaise avait acquis la licence de construction. Il est entièrement métallique, son train est escamotable et sa dérive est double. Ses moteurs sont des Mitsubishi en étoile à refroidissement par air de 750 ch à 4 575 m, entraînant des hélices bipales. L'envergure mesure 22,85 m, la largeur 18 m; le poids total est de 9 500 kg, la vitesse maximum de 350 km/h, la vitesse de croisière de 300 km/h, le rayon d'action de 1 900 km, le plafond de 7 000 m. Dans le nez du fuselage est logée une tourelle avec canons de 20 mm. De plus, deux mitrailleuses fixes de 7,7 mm sont logées dans l'aile, deux mitrailleuses mobiles sur le fuselage et une mitrailleuse dans le plancher. L'appareil, qui porte aussi la dénomination « Army 98 », peut emporter 1 000 kg de bombes. Le NAKAJIMA 98 (autre appellation d'un Mitsubishi 97) possède une dérive simple et un nez de fuselage allongé et transparent. Ses deux moteurs sont des « Kinsei » de 14 cylindres à refroidissement par air développant 850 ch à 3 000 m et entraînant des hélices tripales à pas variable. L'envergure est de 22,25 m, la longueur de 19 m, le poids total de 10 t, la vitesse maximum de 350 km/h à 3 000 m, la vitesse de croisière de 305 km/h, le rayon d'action avec 2 000 kg de charge 1 900 km, le plafond 6 700 m. L'appareil comprend deux mitrailleuses dans le nez, du fuselage, deux sur le dos, deux latérales et une dans le plancher. Les bombardiers les plus récents portent la dénomination Mitsubishi OB-00 et MITSUBISHI OB-01. Ces bombardiers lourds, capables d'emporter également des torpilles, seraient équipés des nouveaux moteurs Mitsubishi de 18 cylindres.



AICHI K 99



NAKAJIMA 97

T W 23544

FIG. 5. — BOMBARDIER PIQUEUR ET AVION TORPILLEUR DE L'AÉRONAUTIQUE NAVALE. L'AICHI K 99 ci-dessus est un appareil de bombardement en piqué pour porte-avions; ses performances sont modestes. Un appareil plus récent, le Nakajima K-01 biplace, a été récemment mis en service, mais ses caractéristiques et performances ne sont pas encore connues. Pour le torpillage, l'aviation navale japonaise dispose d'un certain nombre de biplans démodés et d'ailleurs utilisés seulement pour l'entraînement et de deux types d'appareils, le Mitsubishi 97 et le NAKAJIMA 97, qui ne diffèrent d'ailleurs que par le moteur qui est pour le premier un Mitsubishi « Kinsei » 14 cylindres à refroidissement par air développant 1 000 ch à 3 000 m, et pour le second un Hikari 3 de 800 ch. L'envergure de ces appareils est de 15 m, leur longueur de 10,3 m, leur poids total de 3 800 kg, leur vitesse maximum de 310 km/h à 3 000 m, leur rayon d'action 750 km, leur plafond 7 000 m. L'armement comporte une mitrailleuse synchronisée de 7,7 mm et une ou deux mitrailleuses mobiles. L'appareil peut emporter 340 kg de bombes ou une torpille de 860 kg. Rappelons l'existence de torpilleurs lourds sous la forme des bombardiers Mitsubishi OB-00 et OB-01 dont il a été question figure 4.

concerne les moteurs refroidis par liquide, dont la construction nationale paraît en être restée à un type V.60 de 1938, de 900 ch, réalisé par Kawasaki, et qui équipa l'avion de raid Koken de 1939 construit par la Compagnie du Gaz et d'Electricité de Tokio. De ce côté, l'industrie japonaise a dû faire appel récemment à la licence Daimler-Benz, à construire chez Kawasaki et chez Aichi.

Les avions japonais récents

En 1942, les types d'avions les plus récents produits par l'industrie japonaise paraissent ceux commandés chez Mitsubishi, Nakajima et Aichi par la Marine japonaise. Ce sont :

- le Nakajima-G.97. — Avion torpilleur de porte-avions monoplane à train rentrant qui fut largement utilisé à Pearl Harbor.
- le Aichi-Navy K.99. — Avion de bombardement en piqué pour porte-avions.
- le Mitsubishi S.00. — Chasseur de type « Zéro » pour porte-avions qui inaugura la guerre du Pacifique. Armement : 2 canons de 20 mm et 2 mitrailleuses.
- le Mitsubishi S.KT.00. — Un chasseur de type Zéro-Zéro monté sur flotteurs.
- le Mitsubishi S.01. — Successeur du S.00 et doté du nouveau moteur Mitsubishi 18 cylindres de 1 500/1 800 ch. Vitesse 620 km/h. Armement : 2 ou 4 canons de 20 mm. Mis en service en Nouvelle-Guinée vers la mi-juin 1942.

- le Kawasaki S.02.
- Analogue au S.01, mais avec train tricycle.
- le Mitsubishi OB.00 ou 01. — Bimoteur de bombardement et de torpillage équipé des nouveaux moteurs Mitsubishi 18 cylindres de 1 500/1 800 ch.

Au cours de l'été 1942, un certain nombre d'exemplaires du chasseur de type « Zéro-Zéro » furent transformés en hydravions de chasse, en les montant sur flotteurs. Ces appareils furent utilisés aux îles Aléoutiennes à partir de juillet sur les plans d'eau de Kiska et d'Agattu, les aérodromes y étant difficiles à installer dans le roc basaltique.

Légèreté et rayon d'action

Le souci de gagner en rayon d'action a conduit l'aviation de chasse japonaise à alléger au maximum sa construction : les réservoirs ne sont pas autoétanches (disposition qui, pour une contenance donnée, correspond à 15 % de poids de combustible), aucun blindage. Les chasseurs nippons sont d'étonnants grimpeurs ; leur maniabilité est remarquable, ainsi que leur rayon d'action, mais il sont plus vulnérables en combat aérien que leurs adversaires.

La valeur de l'aviation japonaise

L'aviation américaine ne tarda pas à se rendre compte de la valeur de l'aviation japonaise, par-

S	— chasse (Sentoki).
K	— piqué (Kyukoki).
G	— torpilleur (Gyoraiki).
B	— bombardier (Bakudanki).
KB	— bombardier léger (Karui Bakudanki).
OB	— bombardier lourd (Omoshi Bakudanki).
KT	— hydravion à flotteurs (Kaijo Teisatsuki).
H	— hydravion à coque (Hikosen).

TABLEAU I. — INITIALES CARACTÉRISTIQUES DES AVIONS DE GUERRE JAPONAIS

La dénomination des avions de guerre japonais comporte le nom du constructeur, une lettre ou un groupe de lettres indiquant le type de l'appareil : chasseur, bombardier lourd, etc., et enfin un groupe de deux chiffres indiquant l'année de la construction du prototype. Exemple : Mitsubishi OB. 01 veut dire : bombardier lourd dont le prototype date de 2601 (calendrier japonais), soit 1941 de notre ère.

ticulièrement après la bataille aérienne de Johore, en janvier 1942, où les Brewster « Buffalo » de Singapour furent surclassés par les Mitsubishi S.00. Des Curtiss « Kittyhawk » furent dépêchés à Port-Darwin en mars, puis des Bell « Airacobra » en juillet; lors de la bataille des îles Salomon, en août 1942, les plus récents bimoteurs Martin B.26 « Marauder » équipés

de Pratt et Whitney « Double Wasp » de 1 850 ch. En septembre, ce furent des bimoteurs « Atwenty ». Les tout premiers destroyers Lockheed « Lightning » de 640 km/h ont été eux aussi envoyés en Australie. Le choix de ces divers appareils à hautes performances en dit long sur la valeur des avions japonais de 1942.
Jules CHENAC.

Les machines motrices qui empruntent l'énergie aux carburants et aux combustibles sont menacées, on le sait, d'un arrêt plus ou moins prochain et général. Le manque de lubrifiants et la rareté croissante des métaux aggravent encore ce péril. Aussi n'est-il pas surprenant de voir l'attention se porter à nouveau sur les « moteurs animés », c'est-à-dire sur les organismes animaux considérés comme sources d'énergie mécanique.

L'évolution récente des transports a montré qu'avec une rapidité surprenante la traction animale et spécialement hippomobile avait pu reprendre une place importante dans l'économie. Fait d'autant plus remarquable d'ailleurs que la pénurie des aliments animaux rend l'époque peu propice à l'élevage des bêtes de trait et de bât. Du point de vue du rendement, ces animaux constituent des machines thermiques fort acceptables, au moins équivalentes à beaucoup de moteurs industriels. Mais le prix de l'énergie produite est élevé puisqu'elle est empruntée non à du charbon ou du gasoil, mais à des aliments fort coûteux. Aussi le kilowatt-heure animal revient-il notablement plus cher que le kilowatt-heure machine, même en faisant intervenir dans le calcul les précieux sous-produits de l'élevage.

Cependant, c'est ailleurs que réside la différence fondamentale entre moteurs thermiques animés et inanimés. Alors que les seconds peuvent être mis à l'arrêt, les premiers exigent, même en l'absence de tout travail produit, un apport constant et considérable de calories-nourriture. En contre-partie, l'organisme animal s'entretient et se répare dans une large mesure par ses propres moyens. Mais ce facteur lui-même ne rétablit pas en sa faveur la balance des prix de revient.

Vu sous ce même aspect, le moteur humain a, lui aussi, un rendement fort raisonnable, d'ailleurs fonction du genre d'effort produit. Portant des fardeaux sur une rampe, un homme peut fournir 56 000 kgm par jour. A la manivelle ou au cabestan, il peut en développer 200 000, et plus de 280 000 sur une bicyclette ou un dispositif fixe analogue. En évaluant largement à 2 500 grandes calories l'effort correspondant d'énergie-nourriture, on voit que le rendement humain ressort dans les trois cas mentionnés à 5,6, 21 et 29 %.

Mais il n'en est pas de l'homme comme des animaux et il est clair que les sociétés humaines ont pour premier devoir l'entretien de leurs membres, dût-on y sacrifier tous les animaux-moteurs après avoir arrêté toutes les machines. Si l'on admet la ration de strict entretien d'un homme oisif à environ 1 700 calories (1), on voit qu'un supplément de moins de 1 000 calories suffit à le rendre capable d'un travail important. Sur cette base, le rendement net de l'organisme humain, dans les trois mêmes cas, devient 14, 52 et 66 %, ce qui est extrêmement remarquable.

En serait-il autrement que la carence des autres sources d'énergie mécanique imposerait cependant aujourd'hui un recours croissant à la machine humaine. Amorcée par l'apparition des remorques cyclistes (privées, puis publiques), cette évolution s'affirme par la remise en route de nombreuses machines à main, à bras, à pédales. On voit, par ce qui précède, qu'elle n'est pas qu'obligatoire, elle est parfaitement rationnelle dans les circonstances présentes.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 278, page 83.

LE TRAITEMENT RATIONNEL DES ORDURES MÉNAGÈRES

par R. MARTIN

L'élimination des ordures ménagères des grandes villes est une nécessité d'autant plus impérieuse que la population y est plus dense. Leur ramassage quotidien, seule opération que peut voir le profane, n'est que le commencement d'une série de traitements complexes et exigeant un outillage très perfectionné. La destruction rationnelle des ordures s'est, en effet, substituée dans les villes modernes à leur accumulation dans des décharges qui risquaient de devenir des foyers d'infection. Cette destruction peut être l'œuvre d'agents biologiques (bactéries) et donner comme produit terminaux des engrais et du gaz combustible; elle peut aussi être obtenue par incinération dans des fours qui, en raison du faible pouvoir calorifique des ordures, doivent être conçus spécialement. Depuis la guerre, la pénurie des matières premières fait de la récupération un devoir. Les chiffons, les papiers, les vieux métaux, le verre devraient faire l'objet d'une collecte spéciale qui permettrait de remettre en circuit des quantités importantes de matériaux précieux.

LA nécessité de l'évacuation des ordures ménagères a été de tout temps un des principaux soucis des dirigeants des municipalités. Dès que la concentration de la population atteint un chiffre important, le problème augmente en difficultés; le tonnage des déchets à évacuer prend non seulement une importance plus considérable, mais les règles les plus élémentaires d'un urbanisme bien compris exigent une fréquence d'enlèvement qui est d'autant plus grande que la densité de population est plus élevée.

Par quoi sont constitués ces déchets, pour lesquels il semble au profane que la « poubelle » soit la dernière étape vers une disparition totale et définitive?

Les résidus produits par les habitants sont de nature très complexe; ils vont des déchets ménagers provenant de la préparation de la nourriture ou des résidus de celle-ci aux balayures du sol en passant par les cendres de foyers domestiques, les journaux, revues, papiers d'affaires, récipients usagés divers, etc. En un mot, ils sont un produit de toute l'activité humaine.

Cette activité est différente suivant les climats et les latitudes; il en résulte que la composition des ordures varie suivant la situation géographique des producteurs de ces déchets (tableau I).

Le pouvoir calorifique et le tonnage des ordures

Pour les villes qui détruisent leurs ordures par combustion, la considération de leur pouvoir calorifique, c'est-à-dire de la chaleur que peut théoriquement donner par combustion 1 kg d'ordures, est une donnée très importante.

Cette valeur varie entre 1 000 et 3 500 calories, le nombre de calories le plus élevé se rapportant aux régions du Nord (Suède, Norvège, Angleterre, Danemark, etc.) et le plus faible aux régions du Sud (midi de la France, Italie, Algérie). Dans les villes de ces dernières régions, l'incinération, c'est-à-dire la destruction des ordures par le feu, est encore praticable, mais avec une grande circonspection. A Paris, ce pouvoir calorifique varie entre 2 440 et 1 594 ca-

	LONDRES	GÈNES	POZNAN	PARIS	LYON
Papier.....	23,54 %	8,32 %	6,85 %	18,1 %	12,60 %
Métaux.....	4,71 %	1,18 %	0,10 %	2,1 %	1,43 %
Chiffons.....	2,05 %	1,24 %	0,10 %	2,4 %	5,34 %
Verre.....	3,18 %	0,96 %	2,20 %	1,8 %	5,85 %
Os.....	0,80 %	0,36 %	5,10 %	0,6 %	1,14 %
Déchets combustibles non classés.....	6,92 %	5,27 %	10,68 %	4,5 %	5,25 %
Déchets incombustibles non classés.....	2,39 %		2,40 %		
Poussières.....	16,93 %	13,01 %	46,00 %	42,3 %	45,89 %
Cendres fines.....	8,26 %		1,35 %		
Grosses cendres.....	7,05 %	5,00 %	10,00 %		
Déchets de légumes.....	24,07 %	64,66 %	4,67 %	28,2 %	22,50 %

TABLEAU I. — COMPOSITION DES ORDURES DE DIFFÉRENTES VILLES A LA MÊME ÉPOQUE DE L'ANNÉE

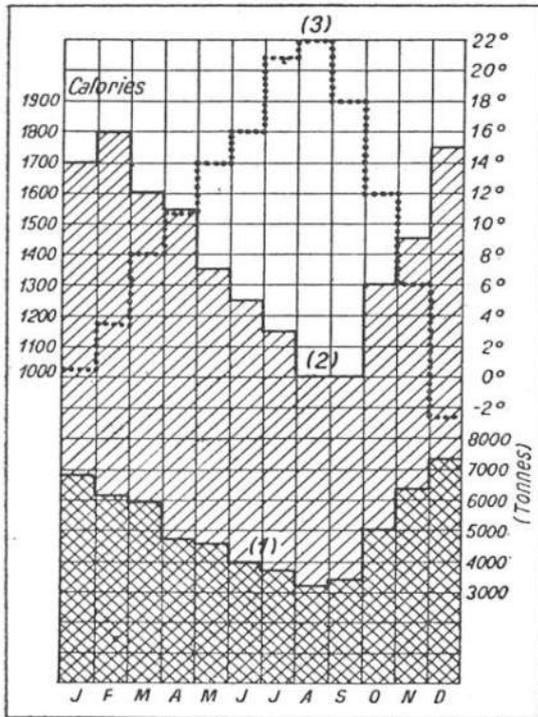


FIG. 1. — L'INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE SUR LE TONNAGE ET LE POUVOIR CALORIFIQUE DES ORDURES D'UNE VILLE (LYON)

La courbe (1) représente le tonnage moyen mensuel, la courbe (2) le pouvoir calorifique (moyenne mensuelle). Enfin, la courbe (3) représente, toujours en moyenne mensuelle, les températures extérieures observées. L'augmentation du pouvoir calorifique en hiver tient à la disparition des déchets de légumes et à la présence de cendres de charbon incomplètement brûlé.

lories, la moyenne annuelle étant de 1840 à 1820 calories.

Le poids d'ordures collecté par habitant et par an varie aussi suivant les latitudes ou le genre de vie de la population. Voici quelques chiffres donnant la moyenne des poids d'ordures collectés par an et par habitant :

Londres	260 kg
Birmingham	310 kg
Berlin	180 kg
Paris	185 kg
Luxembourg	210 kg
Lyon	140 kg
Zurich	145 kg
Athènes	120 kg
Budapest	215 kg
Gênes	95 kg

Un autre facteur intervient dans la composition et le poids des ordures collectées journalièrement. C'est la température. L'expérience montre qu'au cours d'une même année le poids d'ordures collecté augmente lorsque la

température baisse et diminue lorsqu'elle monte. De plus, le pouvoir calorifique des ordures, qui en somme définit la valeur de ces ordures, augmente au fur et à mesure que la température diminue (fig. 1). En gros, on peut estimer que les rapports entre les valeurs d'été et d'hiver des pouvoirs calorifiques et des tonnages collectés sont respectivement de l'ordre de 0,5 et de 0,4, ces chiffres étant des moyennes encore variables suivant les villes.

Le procédé primitif d'élimination des ordures : la mise en décharge

Le procédé le plus simple, celui qui est en pratique depuis des siècles dans un grand nombre d'agglomérations, est celui de la « mise en décharge ». En France, il n'y a que vingt-cinq à trente villes qui « traitent » leurs ordures; les autres les mettent en décharge, c'est-à-dire les déversent sur des terrains voisins des agglomérations.

Cette méthode n'est pas sans inconvénients aussi bien pour la bonne tenue du matériel de collecte employé que pour l'hygiène générale. Les poussières provoquées lors du vidage des camions ou soulevées par le vent se répandent dangereusement aux alentours de ces décharges. Les mouches, les rats et même les chiffonniers — ces derniers étant pourtant si utiles pour la récupération — ne sont pas un des moindres inconvénients de ce système d'évacuation. Les décharges peuvent devenir un « réservoir » de maladies infectieuses qui se répandent par l'intermédiaire des hôtes indésirables qui vivent des ordures ménagères.

Pourtant nous verrons plus loin le rôle important que peut, et que doit même, jouer le chiffonnier; l'équilibre de la vie des choses exige parfois l'existence de quelques tares.

La décharge contrôlée biologiquement

La « décharge » simple peut être aisément transformée en un procédé très hygiénique qui fait appel à des phénomènes biologiques naturels. Ces phénomènes consistent dans la transformation des ordures sous l'action de microorganismes. Il s'agit en l'occurrence de l'utilisation de la décharge méthodique ou « contrôlée », remarquablement mise au point par M. Call, de Bradford, développée en Angleterre par M. Dawes, inspecteur de la propreté publique au Ministère de l'Hygiène, et, en France, par M. Partridge, inspecteur général des travaux de la ville de Paris.

Le processus de l'emploi de ce procédé est le suivant :

Les ordures sont déposées sur un terrain n'étant en communication ni avec un cours d'eau, ni avec une nappe souterraine utilisée pour l'alimentation. Elles sont déposées et éta-

CHIFFRES MOYENS	AVANT-GUERRE	ACTUELLEMENT
Humidité en été.....	45 %	60 %
Cendres fines en hiver...	25 %	75 %

TABLEAU II. — COMPARAISON DES ORDURES ACTUELLES ET DES ORDURES D'AVANT GUERRE (HUMIDITÉ ET TENEUR EN CENDRES)

lées en couches de 1,80 m d'épaisseur environ et recouvertes de 5 à 7 cm de terre au fur et à mesure de l'avancement de la décharge et dans les vingt-quatre heures du dépôt des ordures.

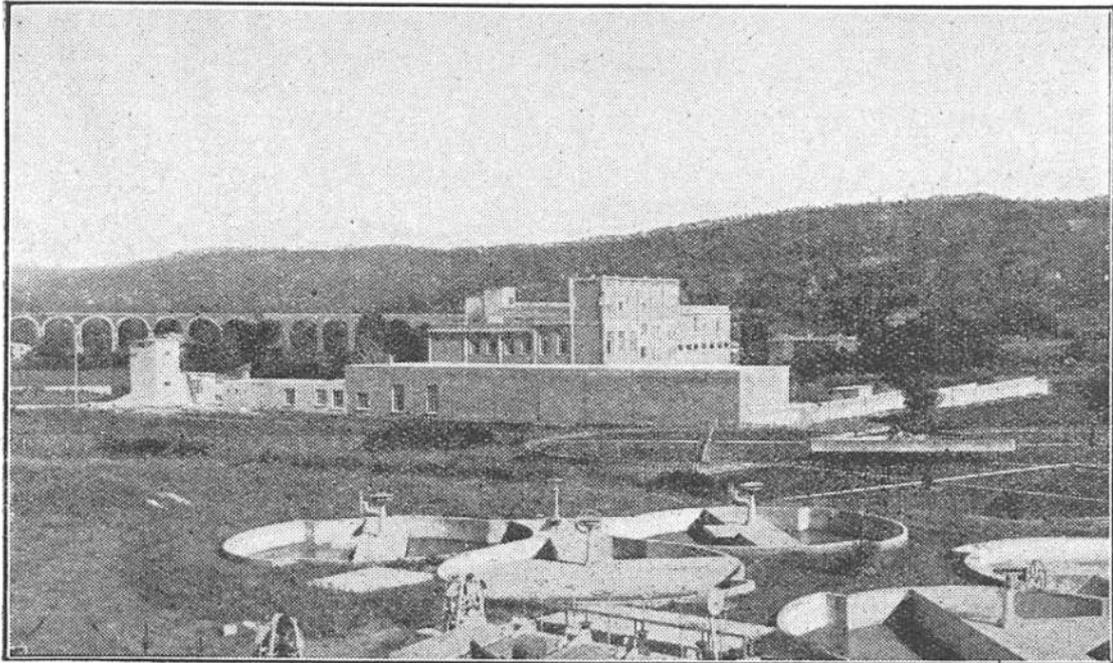
Les microbes aérobies se développent rapidement dans les ordures, l'air pénétrant assez facilement dans la couche de 1,80 m d'ordures. Toutes les matières organiques et la cellulose sont assez rapidement transformées. La température de la masse des ordures monte assez vite à 65-70° C pour s'abaisser à l'ambiante au bout de huit à neuf semaines.

La couche de terre empêche le développe-

La fermentation en vase clos

Les deux procédés de décharge examinés jusqu'à présent ne permettent qu'une récupération très sommaire et, de plus, ne conduisent à aucune utilisation des ordures elles-mêmes. Pour arriver à cette utilisation, on emploie la fermentation des ordures « en vase clos ».

La transformation naturelle des ordures par les microorganismes qui s'y développent est très lente; on doit l'accélérer en favorisant l'aération de la masse répartie dans des cellules en béton armé d'un volume allant de 10 à 25 m³, et



T W 23547

FIG. 2. — VUE D'ENSEMBLE DE L'USINE DE TRAITEMENT DES ORDURES PAR FERMENTATION EN VASE CLOS D'AIX-EN-PROVENCE (SYSTÈME BECCARI)

ment des mouches et des insectes; les rats ne semblent pas se plaire dans cette masse d'ordures dont la fermentation donne à l'atmosphère qui imprègne le dépôt une forte teneur en gaz carbonique.

Les germes pathogènes sont rapidement détruits par l'élévation de température de la masse et par l'action des bactéries. Au bout de peu de temps, l'humus résultant de la transformation des ordures est complètement aseptique.

Il est très intéressant de tasser fortement la couche supérieure du dépôt au moyen d'un puissant tracteur, ainsi que M. Partridge fait procéder au dépôt contrôlé des Mureaux existant dans les environs de Paris; ce tassement facilite beaucoup la création de dépôts importants.

Le procédé est hygiénique, relativement peu coûteux. Il présente l'avantage de valoriser les terrains de décharge qui peuvent être utilisés au bout de quelques mois pour la culture, l'établissement de terrains de sports, etc. En Angleterre, 1 700 000 tonnes ont été ainsi traitées en 1927-1928 et 3 000 000 en 1931-1932, ces chiffres ne comprenant que ceux des centres urbains de plus de 20 000 habitants.

en arrosant cette masse avec le purin recueilli à la base des cellules dont la fermentation est la plus avancée. Cet arrosage humidifie la masse et favorise le développement des bactéries; l'ensemencement ainsi effectué accélère le départ du phénomène. La température des ordures traitées dans ces cellules atteint 60 à 75° C.

Tel est le procédé « Beccari » qui permet d'obtenir, dans un délai de vingt à quarante jours, suivant les circonstances, une masse d'humus aseptisé et dont les matières azotées sont décomposées. Cet humus, qui a une odeur assez désagréable, peut être soumis à des manipulations permettant le triage et la récupération des produits présentant un certain intérêt. L'humus lui-même peut être broyé pour être employé comme engrais (1).

Ce procédé présente de l'intérêt pour les municipalités de moyenne importance, mais il con-

(1) Sa composition est approximativement la suivante :

Azote	0,2 à 0,3 %
Acide phosphorique	0,4 à 0,5 %
Potasse	0,4 %
Chaux	4 à 7 %

vient de ne l'adopter que si l'on est sûr de pouvoir vendre et évacuer l'humus produit; le poids de celui-ci n'est pas sensiblement inférieur à celui des ordures collectées; son évacuation peut devenir difficile, surtout si l'agriculture n'offre pas un débouché suffisant à un produit qui constitue plutôt un amendement qu'un engrais; mais à l'heure actuelle où les engrais minéraux font défaut, le problème d'évacuation ne se pose pratiquement pas, les de-

une série de transformations sans aléas. On obtient surtout — dans un délai très court de trois à quatre mois — un terreau homogène d'une valeur agronomique sensiblement supérieure à celle du terreau obtenu, après un temps beaucoup plus long, par la fermentation spontanée.

Une amélioration de cette fermentation bactérienne peut être obtenue par le broyage préliminaire des ordures qui se fait alors après un triage préalable extrêmement sérieux permet-

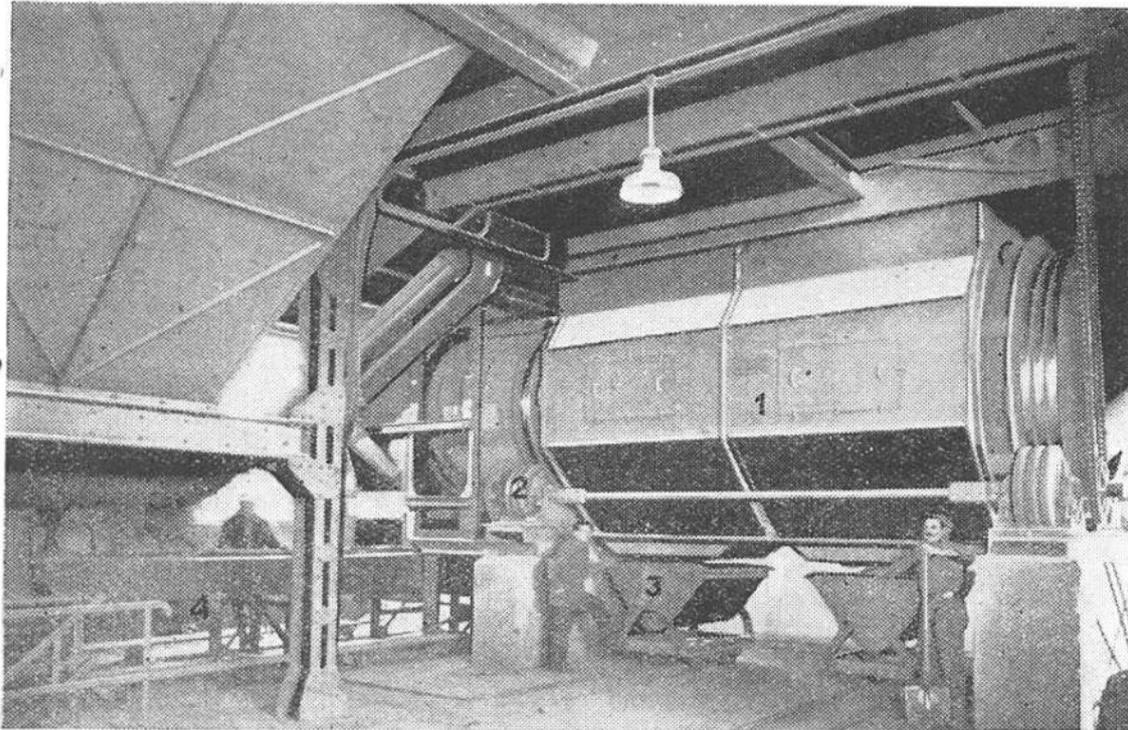


FIG. 3. — LA SALLE DE TRIAGE D'UNE USINE D'INCINÉRATION

T W 23553

A droite, sur la photographie, se trouve le trommel de triage (1), monté sur des galets en caoutchouc (2) et entièrement enfermé dans une enveloppe de tôle. Les matières tamisées sont évacuées par le bas dans des wagonnets (3). A gauche, à la sortie du trommel, un court tapis de triage (4) permet une récupération sommaire des déchets utilisables et des gros matériaux.

mandes dépassent largement la production des différentes usines qui travaillent suivant ce procédé.

Un perfectionnement de la décharge contrôlée : enrichissement et activation des ordures

La combinaison de la décharge contrôlée et de la fermentation en vase clos a donné naissance à un procédé bactériologique permettant de trouver pour les gadoues — et sans grands frais — un emploi d'intérêt primordial pour l'agriculture.

Le procédé « Bacterreau » est fondé sur la mise en décharge des ordures et leur ensemencement au moyen de cultures de bactéries sélectionnées et virulentes en partant, pour chaque espèce, d'une souche pure constamment exaltée. On assure ainsi un démarrage rapide de la fermentation, aérobie et anaérobie, et

tant d'enlever des ordures la majorité des matériaux récupérables.

Un premier broyage réalisé par un broyeur dégrossisseur permet d'obtenir un produit prêt pour un broyage plus complet. Ce broyage permet de rendre la composition des ordures plus homogène, de faciliter l'enlèvement des ferrailles au moyen d'un électroaimant. Cet enlèvement, effectué entre le premier et le second broyage, facilite considérablement ce dernier. Le second broyage a pour but de diviser davantage les différentes matières, et surtout les matières cellulosiques, ce qui, par la suite, facilitera leur fermentation et ainsi leur destruction qui, en ce qui concerne la cellulose, est la plus lente qui soit.

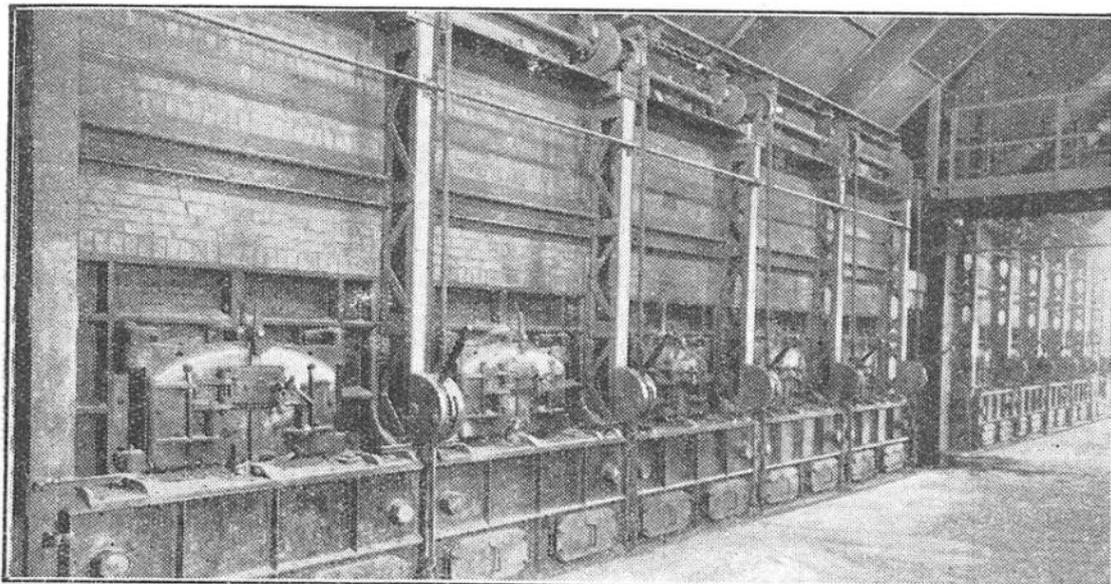
Les ordures ainsi broyées sont étendues sur un terrain d'épandage et ensemencées avec un bouillon constitué par le mélange de diverses cultures appropriées dont le rôle a déjà été indiqué. On obtient ainsi, après deux mois et demi jusqu'à quatre mois, un engrais compa-

nable et, sous certains aspects, supérieur au bon fumier de ferme. A parité de poids, ce terreau a une valeur d'engrais presque double de celle du fumier. Cette supériorité s'affirme par une plus grande richesse en éléments assimilables (azote, acide phosphorique, potasse et chaux) et par son énorme richesse en humates, due aux matières minérales dont les gadoues sont très riches (40 à 50 %), alors qu'elles font défaut dans le fumier (7 % environ).

Il s'agit donc d'un fumier concentré, d'un emploi beaucoup plus facile et qui se prête aussi plus aisément aux chargements et déchargements, mécaniques ou non, des wagons, ca-

La fermentation en milieu fluide : le gaz de gadoues

Un autre procédé, relativement très récent, est fondé sur la fermentation des ordures en vase clos, provoquant la transformation de la cellulose en gaz méthane. Inspiré par les procédés de vinification, l'originalité de ce système « Duccellier-Ismann » consiste dans le brassage périodique et automatique de la masse en fermentation, celle-ci étant dans un état assez liquide. L'automatisme est obtenu par utilisation de la pression des gaz produits par la fermentation.



T W 23554

FIG. 4. — VUE EXTÉRIÈRE DE DEUX FOURS HEENAN ET FROUDE A CINQ ÉLÉMENTS POUR L'INCINÉRATION DES ORDURES

Les leviers que l'on aperçoit à droite de chaque élément permettent d'effectuer toutes les manœuvres décrites à la figure 5, sans qu'il soit nécessaire d'ouvrir le four, et sans aucun contact manuel avec les ordures.

mions et péniches. Cet engrais devrait s'inscrire à la toute première place dans le plan de répartition des engrais de guerre. Sa valeur fertilisante élevée, sa richesse en bactéries sélectionnées et virulentes, qui sont une des bases de la fertilité des sols, sa maniabilité l'imposent tant comme engrais pour toutes les cultures que comme support pour la fabrication d'engrais composés.

Le procédé s'applique, en outre, d'une façon très heureuse aux dépôts d'anciennes ordures; il permet aux villes d'évacuer une grande partie de ces anciens dépôts et de créer ainsi de nouveaux emplacements disponibles pour la mise en décharge de nouvelles ordures.

De plus, l'engrais ainsi produit est très apprécié des agriculteurs. Ils ont compris, en effet, que cette fumure organo-minérale est capable — aujourd'hui à défaut d'autres engrais et demain en collaboration avec eux — de permettre à la terre de France de donner sans s'épuiser le maximum de rendement.

De nombreux chantiers de traitement sont ouverts, en particulier à Saint-Etienne, Villeurbanne, Orange, Bourg-Saint-Andéol, etc.

Des essais ont été faits à Narbonne où une cellule « Beccari » pouvant traiter 30 m³ d'ordures a été spécialement équipée. Le remplissage de la cellule en ordures, c'est-à-dire en matières solides, étant effectué, on complète ce remplissage par un liquide composé d'un tiers de purin et de deux tiers d'eau. Le taux d'acidité de l'ensemble est réglé par addition d'acide chlorhydrique.

A partir du neuvième jour de fermentation, le gaz produit était combustible (proportion de méthane supérieure à 25 %). Après vingt-deux jours, on récupérait journalièrement environ 20 m³ de gaz ayant la composition suivante :

Gaz carbonique.....	9 %
Oxygène	Néant.
Hydrocarbures indéfinis..	1 %
Hydrogène sulfuré.....	7 %
Hydrogène	18 %
Méthane	60 %

Les inventeurs du procédé estiment qu'une tonne d'ordures donne théoriquement 90 à 100 m³ de gaz combustible à 7 200 calories. Ce chiffre paraît être pratiquement de l'ordre de

40 à 50 m³; il correspond à environ 80 m³ de gaz de ville actuel.

Le terreau résultant de ce traitement, qui dure environ cinquante jours, serait assez complètement dégradé et exempt de cellulose volumineuse.

A notre connaissance, cet essai, fait sur des ordures d'été riches en cellulose, doit être continué sur des ordures d'hiver dont la composition est totalement différente. Les résultats moyens qui seront obtenus permettront alors de préciser la valeur exacte de ce procédé. Il semble dès à présent présenter un réel intérêt technique, et il mérite d'être suivi de près par des techniciens connaissant bien la question des ordures ménagères tant en ce qui concerne leur traitement que leur manipulation mécanique ou hydraulique; cette dernière question a aussi une grande importance, car elle présente des difficultés considérables et bien particulières en raison de la nature du matériau à manutentionner.

L'incinération des ordures

La recherche du respect presque absolu des règles de l'hygiène a amené les villes à envisager la destruction des ordures par le feu. Ce procédé a pris naissance en Angleterre; il s'est considérablement développé dans ce pays qui produit des ordures ayant un pouvoir calorifique très élevé. De plus, le souci de procéder aussi économiquement que possible à cette destruction a conduit — tout au moins pour les ordures riches en calories — à l'utilisation de la chaleur produite par ces ordures.

En France, les ordures constituent un combustible plutôt pauvre, leur pouvoir calorifique variant généralement entre 900 calories en été et 2 400 calories en hiver, ce dernier chiffre s'appliquant aux régions les plus favorisées. Généralement, ce pouvoir calorifique était compris, jusqu'à 1939, entre 900 et 1 600 calories.

Actuellement, il s'est considérablement abaissé par suite de l'humidité élevée des ordures en été et par l'abondance des cendres en hiver. Le tableau II (page 86) résume la situation.

L'incinération des ordures ne se fait donc pas actuellement avec les installations existantes sans donner de graves déboires; nous verrons plus loin si une solution mixte : incinération et fabrication d'engrais, solution plus appropriée aux circonstances actuelles, ne pourrait pas être appliquée pour la destruction et l'utilisation des ordures.

Les usines d'incinération

Les usines d'incinération sont constituées d'abord par des silos de réception des ordures.

Ces silos doivent permettre la réception des ordures produites en quarante-huit heures ou même plus, si c'est possible; leur capacité doit permettre de passer à tout incident de marche de l'usine et de ne pas arrêter la collecte des immondices. Les ordures sont reprises dans ces silos par des appareils de manutention mécanique pour être conduites vers des fours de combustion.

A partir de ce moment, des dispositifs nombreux sont employés : les uns procèdent par envoi des ordures dans les fours sans en séparer les matières fines par tamisage, les autres tamisent ces matières, certaines installations prévoient le triage des gros matériaux contenus dans les ordures, d'autres ne le

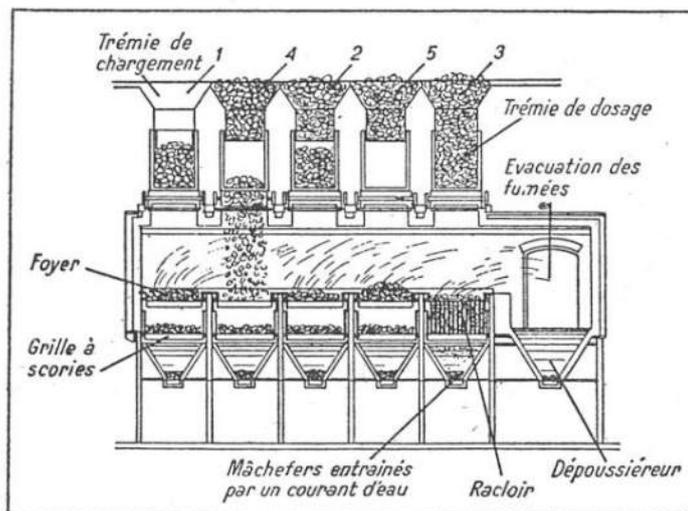


FIG. 5. — COUPE SCHÉMATIQUE D'UN FOUR HEENAN ET FROUDE A DOUBLE GRILLE

Ce four comprend cinq éléments dans lesquels la combustion et les opérations entièrement automatiques de chargement, d'élimination des cendres, etc., s'effectuent par roulement, ce qui assure en gros la constance de la température des gaz de combustion. Dans le premier élément, la trémie (1) de dosage d'alimentation du four est prête pour le remplissage, le foyer est en pleine activité, la grille à scories recouverte par les mâchefer incandescents provenant du foyer est traversée par l'air de combustion qu'elle réchauffe. La phase suivante du cycle correspond à l'élément (2), dont on recharge la trémie et où l'incinération touche à sa fin. Simultanément, en (3), un racloir débarrasse la grille à scories de ses mâchefer qui tombent dans un courant d'eau, et la grille du foyer bascule, laissant tomber sur la grille à scories une nouvelle charge de mâchefer incandescents. En (4), une nouvelle charge dosée est introduite dans le foyer; en (5), elle commence à brûler. Toutes les manœuvres sont effectuées par des dispositifs de commande mécanique ou hydraulique. Le four peut détruire des ordures contenant jusqu'à 50 % d'eau.

prévoient pas.

Jusqu'à ce jour, il ne semblait pas qu'une solution prit le pas sur les autres, mais le changement de la nature des ordures dû à la situation générale que nous subissons, semble devoir diriger la technique vers le tamisage des ordures et le triage aussi complet que possible des matières récupérables. Ce tamisage, qui se fait au moyen de trommels ou de tables à secousses, n'est pas un inconvénient comme on le croit généralement, et nous verrons qu'il présente même des avantages considérables au point de vue utilisation des ordures (fig. 3).

Les fours d'incinération sont nombreux, mais ils peuvent se classer en deux catégories, suivant leur mode d'alimentation continue ou discontinue. Certains fours ont un dispositif de

« préséchage » des ordures, mais ce dispositif est généralement assez peu efficace, car les ordures nécessitent ce préséchage au moment où leur pouvoir calorifique pratique est très bas, c'est-à-dire où l'on ne dispose pas de calories pour l'effectuer (les calories des ordures sèches étant juste suffisantes pour assurer l'évaporation de l'eau contenue dans les ordures reçues).

Le préséchage peut se faire également en dehors du four en utilisant la chaleur de celui-ci; mais il conduit à des installations très importantes dont l'amortissement n'est pratiquement pas réalisable dans des conditions financières acceptables.

Un moyen plus simple et plus efficace peut être envisagé pour faciliter cette combustion d'ordures pauvres. Il consiste dans le prélèvement de gaz chauds à la sortie du four (à 800° env.) et à leur envoi sous les grilles de combustion en mélange avec l'air froid de soufflage. En mélangeant en poids un tiers de gaz chauds et deux tiers d'air de soufflage, on souffle un gaz à 250° C ayant une teneur volumétrique en oxygène réduite à la valeur de 16 % environ, ce qui

ne présente aucun inconvénient pour la combustion; en effet, dans le cas d'ordures ménagères, celle-ci se fait généralement avec un trop grand excès d'air.

L'évacuation des scories pose un problème très difficile, car en plus de leur abondance — 35 à 50 % des ordures brûlées — ces scories sont très dures et très abrasives; du fait de leur fusibilité à basse température, elles forment généralement des blocs assez volumineux.

Dans certaines installations, elles sont broyées dès la sortie des fours; dans d'autres, elles sont évacuées telles quelles.

Ce problème n'a généralement pas reçu de solution vraiment satisfaisante et l'évacuation des scories constitue toujours un des points les plus délicats et coûteux du problème de l'incinération.

Le cadre de cette étude documentaire ne permet pas de décrire tous les systèmes de fours exploités. Les figures 5, 6 et 7 montrent trois dispositifs employés.

L'utilisation des calories

La combustion des ordures — tout au moins lorsqu'elle est réalisée sans appoint de combustible auxiliaire — donne des gaz à une température comprise entre 700° et 1 200°, suivant le pouvoir calorifique de ces ordures, et en admettant une teneur des gaz en gaz carbonique de l'ordre de 9 à 12 %.

La récupération de cette chaleur se fait dans

des chaudières de construction un peu spéciale; l'intervalle entre les tubes d'eau doit être assez grand, de façon à éviter l'accumulation des poussières abondantes que les ordures produisent pendant leur combustion, accumulation qui arrive à obturer parfois complètement les chaudières.

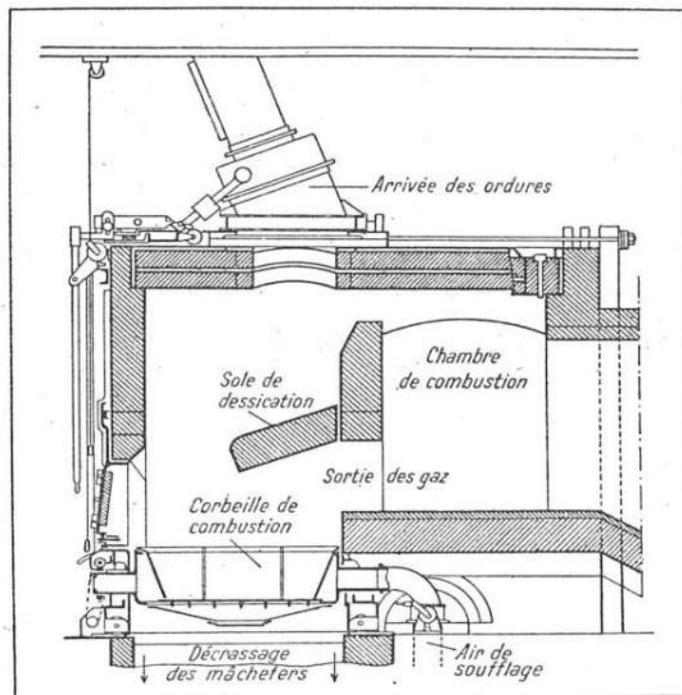
Les gaz sortent à 180°/220° C; l'emploi des économiseurs n'est pas recommandé en raison du faible gain de calories qu'ils permettraient de réaliser et des inconvénients qu'ils présenteraient à cause de la teneur en humidité très élevée des fumées; cette humidité, jointe à l'action très corrosive des gaz provenant de la combustion des ordures, mettrait rapidement

hors d'usage les éléments métalliques des économiseurs. De même, l'emploi des réchauffeurs d'air ne s'est pas répandu en raison de la teneur très élevée des fumées en poussières.

La composition des fumées conduit à adopter des cheminées très élevées. Généralement, les usines d'incinération évacuent leurs fumées par des cheminées de plus de 50 mètres de hauteur.

La vapeur produite peut être utilisée soit pour le chauffage, soit pour actionner des moteurs à vapeur produisant de l'énergie électrique. La production de vapeur est extrêmement variable, due aux variations saisonnières du poids d'ordures produit par la population et à la qualité des ordures, et ceci doit inciter les municipalités à être extrêmement prudentes dans l'élaboration des programmes d'utilisation.

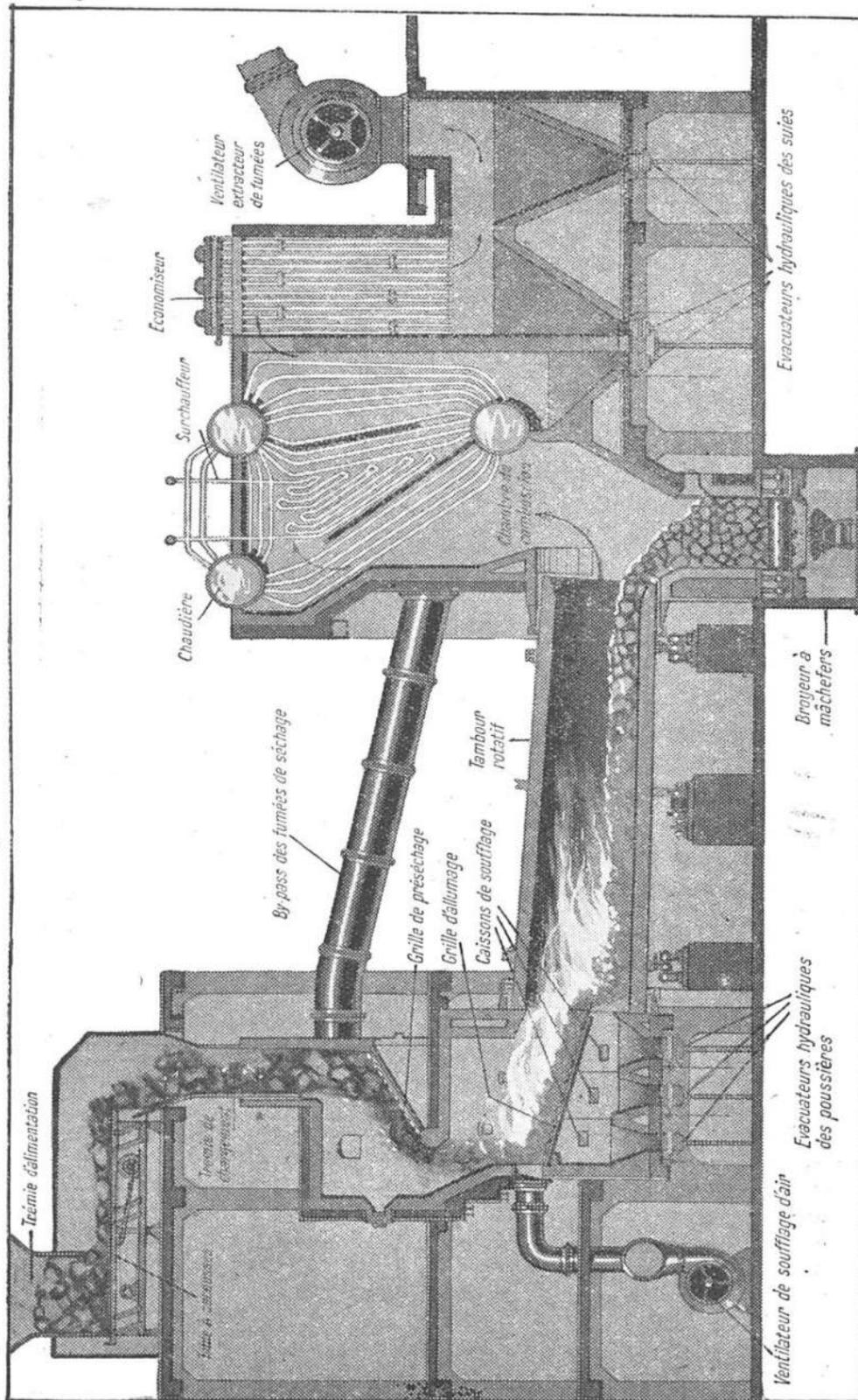
Les mâchefers peuvent être utilisés comme remblai, les cendres peuvent être employées comme support d'engrais. De toute façon, la valeur de ces produits est faible; elle ne représente qu'une recette dont il vaut mieux ne pas



T W 23550

FIG. 6. — COUPE D'UN FOUR BRÉCHOT POUR L'INCINÉRATION DES ORDURES (SOCIÉTÉ CAMIA)

Les ordures sont chargées automatiquement par la partie supérieure et tombent sur la sole de dessiccation où elles subissent un préséchage. Le chauffeur du four les fait ensuite tomber dans la corbeille de combustion au moyen d'un ringard. Les mâchefers sont éliminés par basculement de la corbeille de combustion qui est tournée sens dessus dessous au moyen d'une commande mécanique.



T. V. 23548

FIG. 7. — COUPE SCHEMATIQUE D'UN FOUR VOLUND D'INCINERATION DES ORDURES (COMPAGNIE GENERALE DE CONSTRUCTION DE FOURS)

La marche du four est continue. Les ordures déposées dans une trémie à secousses vers une trémie de chargement. Une partie des gaz chauds de la combustion des ordures, insufflés au travers d'une grille de préséchage, les débarrasse partiellement de leur humidité. La combustion s'effectue alors d'abord sur une grille d'allumage, puis dans un tambour rotatif. Les mâchefers passent dans un broyeur et sont évacués de façon continue. Les évacuateurs hydrauliques des poussières.

tenir compte dans une évaluation prudente d'un prix de revient d'incinération.

La récupération dans les ordures

On peut se demander si les ordures sont, à l'heure actuelle, utilisées comme elles devraient l'être. A notre avis, il n'en est rien, et cette question n'a pas reçu jusqu'à ce jour de solution bien satisfaisante. *Vaut-il mieux pratiquer la décharge pure et simple ou contrôlée?* D'après nos connaissances de la question et notre expérience, il semble que chacune de ces solutions prise séparément ne résolve pas d'une façon rationnelle les divers problèmes qui se posent.

L'importance de la récupération a augmenté avec les besoins en matières premières qui se font sentir depuis que nous devons vivre sur nos seules ressources.

Qu'a-t-on fait jusqu'à ce jour? Rien ou presque rien. Le chiffonnage dans les récipients de collecte s'est un peu développé en raison de l'augmentation de la valeur des produits récupérables. Certaines usines de traitement font des triages sommaires. Mais, à part une ville ou deux dans lesquelles le triage se fait un peu plus complètement que dans les autres, on peut dire que cette question n'a pas reçu de solution donnant satisfaction, tant en ce qui concerne les procédés employés que les résultats obtenus. A l'heure actuelle, seuls les chiffonniers font une récupération effective, poussés en cela par le prix relativement élevé atteints par les matériaux récupérés. Ce « métier » joue un rôle important dans la récupération, et il est à peu près le seul actuellement — et cela est regrettable à constater — à le jouer d'une manière efficace.

Les matériaux à récupérer dans les ordures sont pourtant nombreux. Citons-les : le papier, les chiffons (laine, coton, soie), les ferrailles, les boîtes étamées, les bouteilles, le verre, etc... Ces matériaux peuvent être récupérés soit pour être utilisés après traitement, soit pour emploi immédiat, ce qui est le cas pour certaines boîtes étamées et pour les bouteilles. A ces matériaux doivent s'ajouter deux éléments qui ont été jusqu'à ce jour négligés :

Les déchets de légumes

Ces déchets sont très abondants à partir du mois de mai; on peut indiquer que les gros déchets utilisables pour la nourriture du bétail constituent 25 % du poids des ordures d'été. Une ville de 500 000 habitants produisant 120 tonnes d'ordures par jour permet donc la récupération de 30 tonnes de légumes utilisables. Ces légumes peuvent servir à l'élevage de porcs ou de petit bétail.

La question a été très heureusement résolue en Suisse, particulièrement à Genève et à Zurich. Il semble qu'un effort analogue aurait dû être fait en France, car il apparaît que, malgré les difficultés de transport actuelles, une solution aurait dû être assez facilement trouvée pour ramasser les déchets de légumes dans les centres à grande densité de population.

Les déchets de charbon

Nous avons vu, dans le cours de cette étude, que l'abondance des matières fines dans les ordures d'hiver destinées à l'incinération obligeait à tamiser celles-ci pour retirer ces matières.

Ces dernières proviennent surtout des foyers domestiques dans lesquels le charbon est utilisé avec un rendement déconcertant par sa faiblesse. Nous avons constaté que la teneur de ces matières en imbrûlés est très importante. A Lyon, par exemple, pendant l'hiver 1941-1942, la proportion de ces imbrûlés donnée par l'analyse chimique a été de 30 à 32 % en carbone pur.

Jusqu'à ce jour, aucun effort n'a été effectué pour récupérer ce combustible. On ne peut pas songer à séparer complètement ce carbone des matières inertes avec lesquelles il est mélangé, sa texture ne le permettrait d'ailleurs pas, car

	(1940)	(1942)
Papier, paille, bois	12 %	1,2 %
Ferrailles, fonte, boîtes étamées.	2,5 %	1 %
Métaux divers	0,1 %	0,05 %
Chiffons	3 %	0,1 %
Verre blanc et de couleur	3,5 %	2 %
Os	1,15 %	0,2 %

TABLEAU III. — COMPOSITION MOYENNE DES ORDURES DE LA VILLE DE LYON EN 1940 ET 1942

il se présente sous forme d'éléments très petits passant au tamis de 4 mm.

Mais les essais multiples et suivis auxquels nous nous sommes livrés montrent que l'on peut pratiquement retirer de ces matières fines de 25 à 35 % de combustible à 3 000 calories, correspondant à un charbon à 60 % de cendres, en employant un matériel spécial, mais assez simple et bien au point.

Une ville traitant 30 000 tonnes d'ordures d'hiver et en séparant 75 % de matières fines, soit environ 21 000 tonnes, pourrait donc récupérer par an 5 000 à 8 000 tonnes de combustible à 3 000 calories.

Une telle production est loin d'être négligeable, surtout lorsque, nous le verrons ci-après, ce combustible peut être rationnellement utilisé, soit tel quel, soit après amélioration de son pouvoir calorifique.

Certains anciens dépôts d'ordures, parfaitement exploitables par traitement bactérien, donnent des teneurs extrêmement élevées en combustible récupérable : nous avons constaté tout dernièrement une teneur de 45 % (en combustible à 3 000 cal) dans une ville minière du Centre.

Les solutions actuelles

Nous savons qu'aucune solution, à elle seule, ne peut donner toute satisfaction : la décharge simple n'est pas hygiénique; comme la décharge contrôlée, elle exige de vastes terrains qui n'existent pas toujours, tout au moins à proximité des villes.

La fermentation en vase clos exige des installations importantes et des manipulations coûteuses. L'incinération est déficiente l'été lorsque les ordures ont une humidité dépassant 50 à 60 % et un pouvoir calorifique trop bas.

La récupération dans les ordures n'est pas faite convenablement, et on laisse encore per-

dre des matières utilisables et précieuses pour l'économie générale.

Une solution mixte paraît se faire jour et satisfait techniquement et économiquement les différentes conditions à réaliser.

Cette solution est fondée sur les principes suivants :

— Récupération rationnelle des matériaux utilisables ;

— Préparation pendant la période d'hiver de combustible à 3000 calories utilisable dans des foyers à grand rendement ;

— Utilisation des ordures comme engrais pendant l'été, le cas échéant, après fermentation, et utilisation des gaz combustibles produits.

Toutefois, et nous insistons particulièrement sur ce point, il s'agit là d'une solution applicable à des villes ayant des tonnages d'ordures importants et disposant de moyens financiers pour utiliser leurs déchets urbains. Les villes de moindre importance et vent réaliser une partie de ces principes, c'est-à-dire soit faire de la récupération, soit utiliser les ordures d'hiver comme combustible, soit les utiliser pour en obtenir du gaz ou des engrais.

La récupération, affaire de discipline et d'organisation

Ce problème, dont nous avons montré l'importance, ne peut se résoudre convenablement que par l'application d'une discipline obligeant l'habitant à faire, dès l'origine, c'est-à-dire chez lui, la séparation des matériaux récupérables de ceux qui ne le sont pas.

Un récipient séparé doit donc recevoir les matériaux utilisables, c'est-à-dire papier, verre, chiffons, objets métalliques, os, etc...

Une collecte séparée doit permettre de ramasser ces déchets et de les transporter à un centre de triage. Nous n'ignorons pas que là réside

une difficulté sérieuse, en raison des moyens de transport réduits dont les municipalités disposent ; si l'on veut récupérer, un effort sérieux doit être fait sur ce point et il semble que les négociants en vieilles matières doivent pouvoir apporter un concours effectif aux municipalités pour effectuer le ramassage.

Au centre de triage, la séparation des divers matériaux se fait d'une manière rationnelle suivant leurs possibilités d'utilisation.

Dans les villes disposant d'un certain tonnage de matériaux récupérés, ce triage doit se faire avec l'aide d'un matériel mécanique (tapis de triage simples), si l'on ne veut pas obtenir un prix de revient hors de proportion avec la valeur des produits marchands obtenus.

A l'heure actuelle, la quantité de matériaux récupérables a sensiblement diminué (tableau III), mais leur valeur a considérablement augmenté, surtout au point de vue « national », puisque les circonstances nous obligent à vivre sur nous-mêmes et à faire rentrer à nouveau dans le circuit de l'utilisation le maximum de matériaux de ré-emploi.

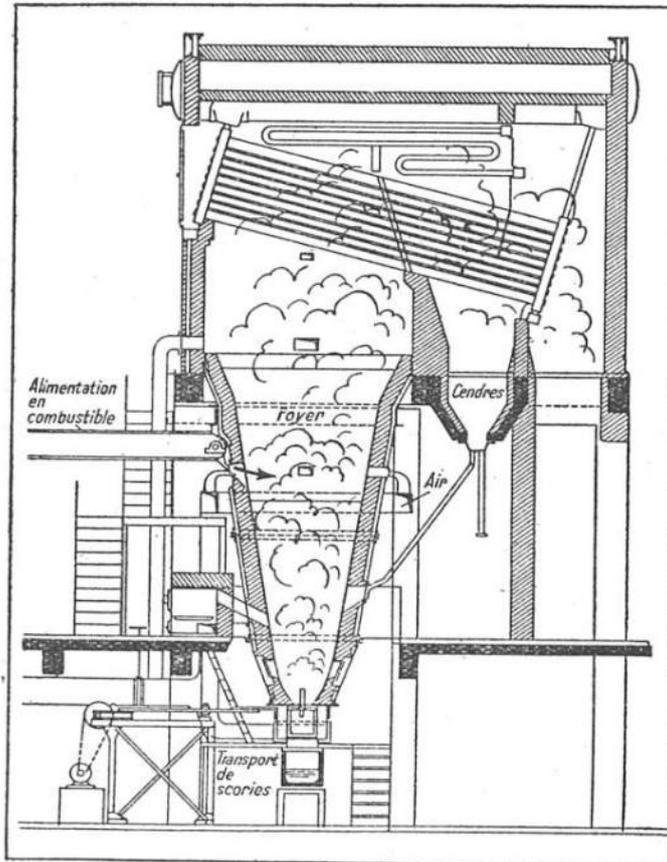
Pour matérialiser l'importance de la récupération, nous pouvons indiquer qu'une ville de moyenne grandeur ayant une population de l'ordre de 90 000 habitants, collectant 15 000 tonnes d'ordures par an, pourrait récupérer : 100 tonnes de papier ; 100 tonnes de ferrailles ; 12 tonnes de chiffons, 150 tonnes de verre ; 15 tonnes d'os.

FIG. 8. — UN FOYER DE COMBUSTION EN SUSPENSION AÉRODYNAMIQUE (SYSTÈME STOFF)

C'est un foyer à marche continue. La combustion, au lieu de se faire sur une grille où les cendres en fusion s'agglomèrent, a lieu dans un courant d'air ascendant où les ordures, grossièrement broyées, se maintiennent en suspension. Les scories tombent à la partie inférieure sous forme de granules très divisés dans un courant d'eau qui les élimine. Ce foyer peut s'adapter aux installations modestes (chaudières à partir de 60 m² de surface de chauffe) pouvant brûler des ordures ménagères comme combustible de remplacement.

La récupération ne « paye pas ». Mais, en cette question, il faut considérer l'intérêt général de la population qui a besoin de cette récupération pour vivre. Le problème a dépassé les intérêts commerciaux habituels et il doit être envisagé sous un angle national.

Cette récupération étant effectuée, nous allons



examiner ci-après les autres possibilités d'utilisation rationnelle des ordures ménagères.

Les ordures d'hiver, source d'engrais et de gaz méthane

Les ordures d'hiver peuvent être utilisées comme combustible, après récupération :

1° En séparant de ces ordures les matières fines inertes, et en récupérant dans ces matières inertes, comme nous l'avons indiqué plus haut, le combustible qu'elles renferment.

On obtient ainsi un combustible à 60 % de cendres ayant un pouvoir calorifique de l'ordre de 3 000 calories.

2° En broyant, après enlèvement des matières fines inertes, le résidu ou plutôt le « refus » obtenu et en l'utilisant avec le combustible séparé comme indiqué au paragraphe ci-dessus dans des foyers spéciaux établis pour brûler en semi-pulvérisé des combustibles pauvres. Ces foyers peuvent brûler des combustibles dont le pouvoir calorifique descend à 800 calories. Ils brûlent donc parfaitement et avec un rendement de 70 % environ des ordures broyées et des combustibles à 60 % de cendres dont le pouvoir calorifique est voisin de 2 800/3 000 calories. Un de ces foyers spéciaux pour combustibles pauvres est dû à M. Stouff (fig. 8). Ce foyer permet de brûler toutes sortes de combustibles pauvres, particulièrement des ordures semi-broyées. Alors que les meilleurs fours d'usine d'incinération ont un rendement maximum de 45 %, ce foyer permet de porter ce chiffre à 70 %.

De plus, et ceci est très important, il évacue les mâchefers sous forme granulée au lieu d'évacuer les mâchefers sous forme de blocs compacts et lourds; cette évacuation peut se faire très simplement par un courant d'eau circulant dans un canal, alors que les fours d'usine d'incinération exigent un matériel de transport et de broyage compliqué, coûteux et difficile à entretenir.

Cette solution permettrait à une ville de faire

utiliser ses ordures — après récupération — par une industrie qui a besoin de chaleur et qui pourrait ainsi remplacer une partie de son charbon par des ordures ménagères. Un essai industriel est d'ailleurs en cours.

Les ordures d'été, source d'engrais et de gaz carbonique

Nous avons vu qu'en raison de leur teneur élevée en humidité (50 à 60 %), les ordures sont difficilement combustibles. Leur utilisation rationnelle, toujours après récupération, consiste dans la fabrication d'engrais avec, le cas échéant, fabrication de gaz combustible par fermentation en vase clos.

Les différents procédés de fabrication d'engrais et de gaz ont déjà été sommairement décrits. Nous n'y reviendrons pas. D'ailleurs, ces fabrications, tout au moins celle du gaz, n'ont pas encore reçu la sanction du temps.

Le problème des ordures ménagères est complexe, et de nombreuses solutions plus ou moins heureuses y ont été apportées. Il faut reconnaître que, parfois, les villes — insuffisamment guidées par des techniciens qui ne semblent pas avoir toute la compétence désirable — se sont laissés entraîner à l'adoption de solutions qui n'étaient pas des plus indiquées. Mais les déboires des uns servent à éclairer les autres.

A l'heure actuelle, les circonstances malheureuses que nous subissons y poussant, une solution « d'utilité publique » s'impose. Il faut d'abord récupérer dans les ordures, et ensuite les utiliser au mieux. Ces conditions sont malheureusement loin d'être réalisées à l'heure actuelle; s'il s'est fait dans ce domaine beaucoup d'efforts individuels, leur coordination apparaît indispensable si l'on veut que soit appliquée avec fruit et avec sûreté la technique, qui, dans chaque cas particulier, donnera le rendement maximum.

R. MARTIN.

L'Afrique possède le monopole presque absolu de la production du cobalt, métal relativement rare, puisque la production mondiale s'est élevée à 6 000 t seulement en 1938, et qui entre dans la fabrication d'alliages magnétiques, d'aciers à coupe rapide et d'aciers inoxydables. Avant la guerre, les minerais de cobalt, après avoir été concentrés, étaient tous acheminés vers la Belgique où ils étaient raffinés. Les trois grands centres de production sont la Rhodésie du Nord, le Congo belge et le Maroc français. En Rhodésie du Nord, le gisement principal est celui de N'Kana, où le cobalt est associé au cuivre dans un minerai à 0,5 % de cobalt. Sa réserve totale est estimée à plusieurs dizaines de milliers de tonnes de métal pur. Le cobalt est rassemblé au four électrique sous forme d'un ferro-cobalt qui est expédié vers les usines de raffinage. Encore inexploitée il y a un peu plus de dix ans, la mine de N'Kana s'est rapidement élevée au premier rang de la production mondiale, fournissant à elle seule plus de la moitié de cette production. Au Congo belge, autrefois premier producteur, le cobalt est associé au cuivre des mines du Katanga. Le centre principal d'exploitation est la mine de Kambone qui a fourni, en 1938, 40 % de la production mondiale. Enfin, au Maroc français, le gisement de Bou Azzer, à 180 km au sud de Marrakech, recèle des minerais d'une teneur de 6 à 14 % de cobalt et de 0,1 à 3,7 % de nickel. La production annuelle s'élèverait à 7 500 t de minerai concentré contenant 800 t de cobalt.

LE PROBLÈME DES ERSATZ : CUIR DE REQUIN

NOS grands-pères qui considéraient les chaussures comme un luxe et qui, lorsqu'ils en possédaient une paire, la portaient souvent à la main pour la ménager, observeraient sans doute encore de la surproduction dans l'activité de plus en plus ralentie qui est le lot depuis deux ans des fabriques de chaussures. Le « progrès » nous a complètement déshabitués de marcher pieds nus, et le manque de cuir n'est pas moins angoissant aujourd'hui que le manque de fibres textiles, car la production actuelle des chaussures couvre un pourcentage infime des besoins.

En attendant qu'ont ait monté en grand une industrie du cuir synthétique, on s'efforce d'employer le bois, le raffia, etc., pour remplacer certaines parties de la chaussure. Malgré cela, l'industrie du cuir demeure à l'affût des solutions nouvelles.

Les Américains ont les premiers eu l'idée d'utiliser la peau d'animaux autres que les mammifères. Avant la guerre de 1914, ils préparaient la peau des crocodiles qui a à peu près l'épaisseur de celle du veau et qu'ils avaient l'avantage de recevoir fraîche et salée. Mais c'est à des Français que revient le mérite d'avoir mis au point le tannage des lézards de Java et des pythons. Leur peau sèche et d'une extrême minceur s'est heureusement révélée beaucoup plus résistante à épaisseur égale que la peau des mammifères. L'attrait de la nouveauté et l'ingéniosité de la présentation firent passer sur le principal défaut de ces peaux qui est leur petite dimension. Malheureusement l'approvisionnement de nos maroquiniers en peaux de serpents ou de lézards est très problématique et, pour remplacer ceux-ci, on a pensé à utiliser les peaux des poissons de grande taille.

Cette idée est séduisante à première vue, mais des difficultés techniques se présentent qui tiennent à la structure de la peau des poissons totalement différente de celle des peaux de reptiles. Tandis que les écailles des reptiles sont de « fausses écailles » qui adhèrent à l'épiderme et se détachent avec lui à chaque mue, les écailles du poisson, qui diffèrent d'ailleurs de structure suivant les espèces, ont leur racine dans le derme, dont le tissu conjonctif est l'élément constitutif du cuir. On ne peut enlever les

écailles sans léser le derme et par conséquent le cuir.

En particulier, chez les sélaciens (raies, requins) qui donnent les peaux les plus grandes, la formation des écailles est très analogue à celle de nos dents. Elles se développent à partir d'une papille dermique qui remonte vers l'épiderme et le perce. L'analogie va d'ailleurs très loin entre les deux, car l'écaille du requin est constituée d'une couronne en ivoire, couverte d'émail. Elle renferme une pulpe irriguée par des vaisseaux sanguins et qui reçoit des terminaisons nerveuses. Si on arrache cette sorte de petite « dent cutanée » elle laisse dans la peau une alvéole qui en diminue la résistance.

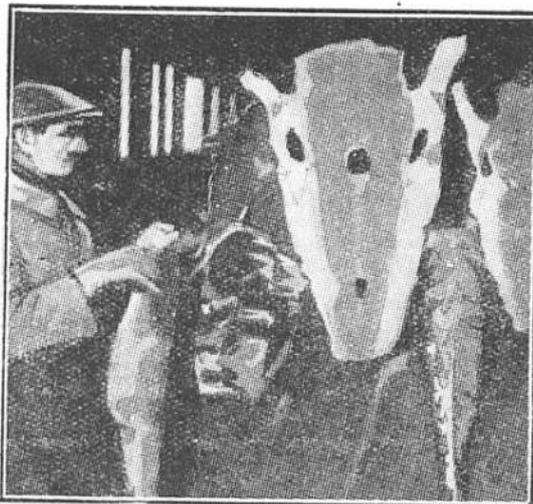
Pourtant (1), des essais de tannage des peaux de requins ont été effectués il y a une vingtaine d'années aux Etats-Unis, aux Carolines et dans la Floride.

Une société, l'*Ocean Leather Co.*, y avait équipé des chalutiers pour la pêche du requin, et, sur les quais de débarquement, des installations de salage et d'écharnage. Les peaux étaient débarrassées de leurs écailles par l'action d'une solution acide dont la concentration était calculée de telle sorte qu'elle attaquât l'écaille sans détériorer la peau. Les peaux devaient être choisies très épaisses pour garder une résistance suffisante malgré les alvéoles laissées par l'enlèvement des écailles. Les mail-

les du chalut laissaient passer tous les poissons dont la section n'atteignait pas 80 cm de tour.

Une solution qui s'est montrée supérieure à la précédente consiste à transformer le chalutier en véritable usine flottante, analogue aux navires baleiniers, et traitant immédiatement les requins pour en retirer tous les produits de valeur : huile et engrais. Mais étant donné le nombre et les dimensions des poissons capturés, cette pêche exige un matériel puissant, monté sur des navires de fort tonnage, matériel qu'il faudrait construire de toutes pièces. La guerre, qui rendrait très rémunératrice l'industrie du requin, la rend impraticable faute d'outillage.

(1) Voir le *Bulletin du Comité du Cuir*, auquel nous empruntons les détails ci-dessus.



T W 23083

FIG. 1. — PEAUX DE REQUINS APRÈS TRAITEMENT

Les trous que l'on remarque sur ces peaux correspondent à l'emplacement des ailerons. Ils diminuent notablement la valeur marchande du cuir.

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

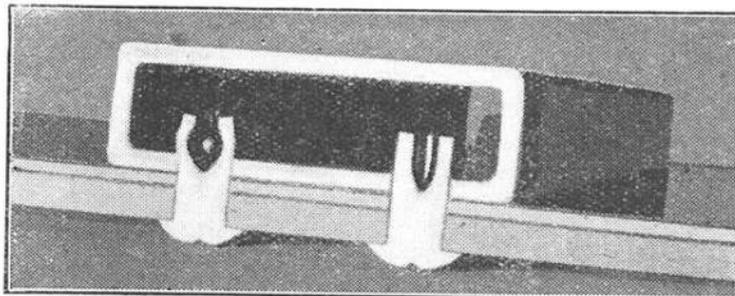
INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

par V. RUBOR

Rivets à explosifs

LA rapidité de pose des rivures, leur longue durée et leur résistance ont conquis à ce mode d'assemblage la première place dans la construction métallique, notamment dans les chantiers de la marine et de l'aéronautique. Lorsque les deux faces des pièces à réunir sont accessibles, on sait qu'il suffit d'introduire le rivet (qui se présente sous l'aspect d'un corps cylindrique terminé par la « tête première ») dans le logement pratiqué à cet effet, et de forger au marteau la « tête seconde » à l'autre extrémité du corps cylindrique. Dans cette opération, le rivet est maintenu en place par une masse appliquée contre sa tête de base.

Il n'en est plus de même quand une seule face des pièces à assembler est accessible et d'énormes difficultés apparaissent. Ce cas se présente fréquemment en aéronautique. Le problème a été néanmoins résolu grâce à un nouveau rivet pour le-



T W 23580

FIG. 2. — COUPE D'UN RIVET AVANT ET APRÈS L'EXPLOSION
L'écartement des parois de la cavité où s'est produite l'explosion forme la seconde tête du rivet.

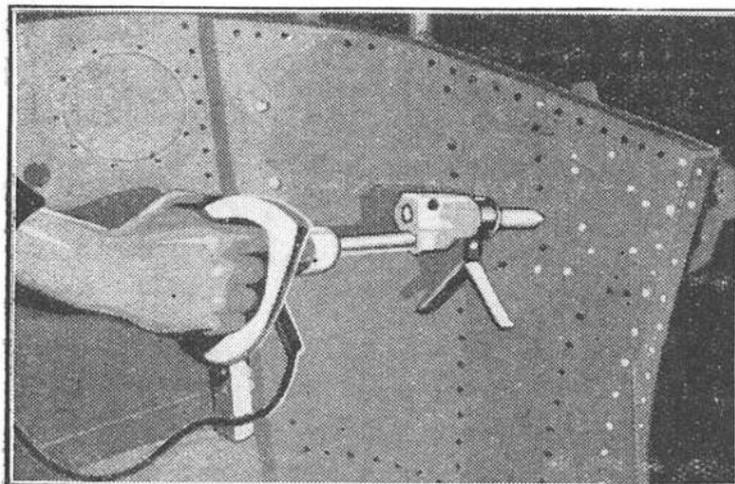
quel la formation de la tête seconde est confiée à un explosif. A cet effet, le corps cylindrique d'un rivet ordinaire est creusé, à l'opposé de la tête première, d'une cavité dont le diamètre est égal à la moitié environ de celui du corps du rivet et dont la profondeur est égale à ce dernier. Ce trou est rempli aux trois quarts d'une substance explosive spéciale retenue par des rondelles de carton, qui en outre l'isolent de l'humidité.

Le rivet est alors prêt à

l'emploi. Pour cela, on l'engage dans le trou ménagé dans les pièces à assembler accessibles d'un seul côté; seule la tête première est alors apparente. Sur cette tête, on applique la masse d'un fer à souder que l'on chauffe au moyen d'une lampe à souder à essence ou électriquement. La chaleur se transmet à la charge et l'explosion, qui se révèle par un bruit analogue à un claquement de fouet, se produit au bout de 2 à 5 secondes, suivant la grosseur du rivet.

Les gaz dégagés par la combustion forcent les parois de la cavité du rivet à s'écarter en s'évasant ou en se bombant et produisent ainsi la formation de la tête seconde du rivet. L'explosif est insensible aux chocs, seule sa température d'allumage (120° C) peut s'abaisser au cours des manutentions. Nullement toxiques pour l'homme, les gaz n'attaquent pas non plus les pièces métalliques.

Grâce à la régularité de la charge effectuée mécaniquement, dosée suivant le calibre du rivet et l'importance de la pièce, on obtient ainsi des assemblages donnant toute garantie de résistance. Utilisés surtout en aviation, les rivets à explosifs paraissent susceptibles d'être employés dans toutes les branches de la construction métallique.



T W 23581

FIG. 1. — CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE DE RIVETS A EXPLOSIFS
La chaleur du fer à souder électrique se transmet à l'extrémité du corps du rivet et provoque l'allumage de sa charge explosive.

SÉRIES de TIMBRES

provenant
d'ŒUVRES et d'ÉCHANGES
FORTE REMISE



ÉCRIRE :

Ab. DENIS

LA COUILLE (Dordogne)

R. C. Seine 3.541

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.

Reliures. — Tomes III, IV, de X à XXVIII, XXX, de XXXVII à XLVI. Prix franco : 15 fr. par reliure.

Tous les règlements doivent être effectués au C. C. postal 184.05 Toulouse.

Les commandes seront servies au fur et à mesure des arrivées.

Nous nous réservons le droit de rembourser celles qui ne pourront pas être exécutées par suite de l'épuisement du stock.

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
301 - 303

Les numéros de 1942 sont tous épuisés. Les abonnements ne peuvent commencer avant le numéro 305.

N. B. — Nous demandons à nos abonnés de joindre la dernière bande ou de rappeler les numéros figurant sur les bandes dans leur correspondance.

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 (306)

Nom (en majuscules) et prénoms :

Adresse :

Déclare 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

Le Gerant : L. LESTANG. T W 8699 - 27 janvier 1943. Imprimerie Régionale, Toulouse

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 I. 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.

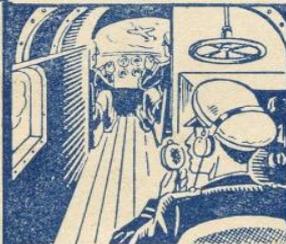
INSCRIPTIONS
à toute époque de l'année.

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



RADIO VOLANT



SOUS-INGENIEUR



CHEF-MONTEUR



MARINE MARCHANDE



INGENIEUR



DEPANNEUR

Demander nos notices envoyées

gratuitement sur demande

ECOLE PROFESSIONNELLE RADIOTECHNIQUE

RUE DU MARECHAL LYAUTEY-VICHY-(ALLIER)

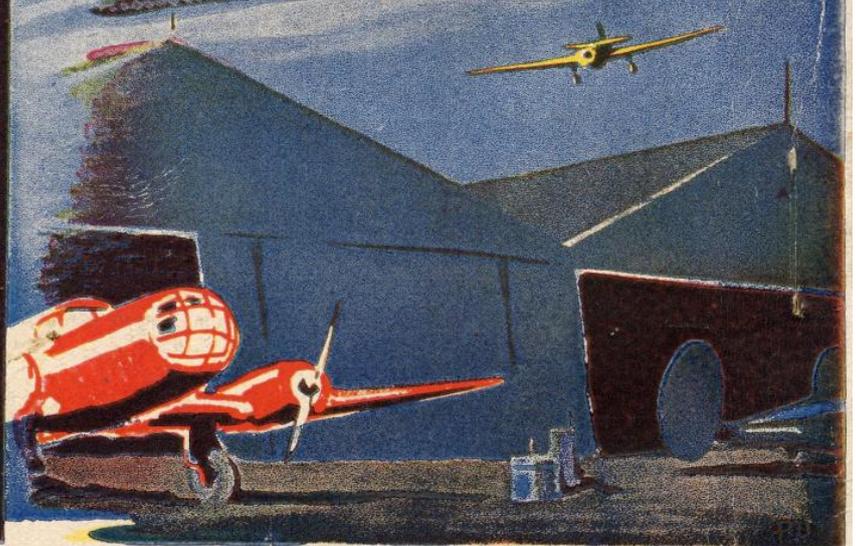
Adresse de repli

NITROLAC

LA GRANDE MARQUE DE PEINTURE



Des millions
de
mètres carrés
de références



CMPR. RÉGIONALE. 59, RUE BAYARD. TOULOUSE