

SCIENCE ET VIE



L'ÉLECTRICITÉ s'apprend aussi...



Cours par Correspondance
Ecole Centrale de T.S.F.
SECTION ELECTRICITE
12, rue de la Lune,
PARIS. 2^e

...par **CORRESPONDANCE**



ECOLE CENTRALE DE T.S.F.
12 rue de la Lune - Paris

25^e année de
fonctionnement
et d'expériences

25.000 élèves
instruits et placés

Demandez à notre annexe : 8, rue Porte-de-France, à VICHY, le
« Guide des carrières de la Radio » qui vous sera adressé
gracieusement.

PUBLICITÉS RÉUNIES

un MAÎTRE, une MÉTHODE, des RÉSULTATS!...

MARC SAUREL

vous apprend à **DESSINER** bien, facilement,
rapidement et chez vous par sa nouvelle méthode
LE DESSIN FACILE



★ Depuis 32 ans Marc SAUREL qui créa en France la première méthode d'enseignement du dessin par correspondance (en 1912) a formé, pour leur satisfaction unanime, des milliers de dessinateurs.

Sa nouvelle Méthode "LE DESSIN FACILE" est l'aboutissement de sa profonde connaissance de l'élève et de la meilleure façon de lui enseigner le dessin. Faites partie de l'Ecole du DESSIN FACILE, vous profiterez du maximum d'efficacité par le maximum d'expérience, et mettez les meilleures chances de votre côté.

L'un des procédés inédits de cette Méthode si vivante, réside dans l'utilisation de beaux documents photographiques spécialement établis et fournis gratuitement avec les cours. L'élève a ainsi sous la main, à tout moment, sans déplacements ou recherches inutiles, une collection de modèles variés, judicieusement choisis. De cette façon il apprend d'abord à "voir" son sujet et

arrive tout de suite à dessiner d'après nature, de mémoire ou d'imagination.

En outre, les corrections et les conseils de son excellent professeur (qui devient vite un ami pour lui) doublent l'intérêt des leçons et leur donnent la valeur d'un véritable enseignement personnel.

Des élèves ont écrit
à **MARC SAUREL**

1912 ... Je ne croyais pas qu'il fût possible d'apprendre le dessin par correspondance... Je reconnais mon erreur.

1930 ... Et voici que je réalise mon rêve, à l'aoutonne de ma vie : grâce à vous j'apprends enfin vraiment à dessiner.

1943 ... Il y a 20 ans vous m'avez fait comprendre la joie de savoir dessiner. Je vous confie aujourd'hui mes deux enfants Pierrette (10 ans) et André (18 ans).

BON pour la documentation illustrée. 9748 qui vous sera envoyée par retour contre 3 frs en timbres poste. Soulignez le genre de dessin qui vous intéresse : Paysage | Dessin de mode | Dessin industriel | Croquis | Dessin de public. | Dessin animé | Portrait | Dessin d'illustrat. | Dessin de lettres.

LE DESSIN FACILE
1, rue Keppler PARIS (16^e)

GRACE A L'ÉCOLE UNIVERSELLE
PAR CORRESPONDANCE

VOUS N'ÊTES PLUS SEUL

pour mener à bien vos études générales ou pour vous préparer à la carrière de votre choix. La direction et les professeurs de l'ÉCOLE UNIVERSELLE se sont appliqués, depuis trente-six ans, à perfectionner sans cesse les méthodes d'enseignement par correspondance. Aussi ses élèves obtiennent-ils chaque année les plus brillants succès aux examens et concours officiels. L'École Universelle est connue dans le monde entier. Dans beaucoup de pays elle a servi de modèle à de nombreux établissements privés et à de nombreux établissements bénéficiant de l'appui de l'État. Profitez à votre tour des facilités d'un enseignement qui vous offre le MAXIMUM DE CHANCES DE SUCCÈS et grâce auquel vous étudierez chez vous, à vos heures, quel que soit le lieu de votre résidence, avec le MINIMUM DE DÉPENSES et dans le MINIMUM DE TEMPS.

Renseignez-vous, aujourd'hui même, gratuitement et sans aucun engagement, en demandant la brochure qui vous intéresse.

BROCHURE L. 14.080. — ENSEIGNEMENT PRIMAIRE : Classes complètes, depuis le cours élémentaire jusqu'au Brevet supérieur. Bourses, Brevets, C. A. P., etc.

BROCHURE L. 14.081. — ENSEIGNEMENT SECONDAIRE: Classes complètes depuis la onzième jusqu'à la classe de mathématiques spéciales incluse, Baccalauréats, etc.

BROCHURE L. 14.082. — ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR : Licences (Lettres, Sciences, Droit), Professorats, Examens professionnels, etc.

BROCHURE L. 14.083. — GRANDES ÉCOLES SPÉCIALES.

BROCHURE L. 14.084. — CARRIÈRES DE L'INDUSTRIE, des MINES et des TRAVAUX PUBLICS, etc.

BROCHURE L. 14.085. — CARRIÈRES DE L'AGRICULTURE et du Génie rural, etc.

BROCHURE L. 14.086. — CARRIÈRES DU COMMERCE, de l'INDUSTRIE HOTELIÈRE, des ASSURANCES, de la BANQUE, de la BOURSE, etc.

BROCHURE L. 14.087. — ORTHOGRAPHE, RÉDACTION, VERSIFICATION, CALCUL, DESSIN, ÉCRITURE.

BROCHURE L. 14.088. — LANGUES VIVANTES, TOURISME (Interprète), etc.

BROCHURE L. 14.089. — AIR, MARINE : Pont, Machine, Commissariat, T. S. F., etc.

BROCHURE L. 14.090. — SECRETARIATS BIBLIOTHÈQUES, etc.

BROCHURE L. 14.091. — ÉTUDES MUSICALES : Instruments Professorats, etc.

BROCHURE L. 14.092. — ARTS DU DESSIN : Professorats, Métiers d'art, etc.

BROCHURE L. 14.093. — MÉTIERS DE LA COUTURE, de la COUPE, de la MODE, de la LINGERIE, DE la BRODERIE, etc.

BROCHURE L. 14.094. — ARTS DE LA COIFFURE ET DES SOINS DE BEAUTÉ etc.

BROCHURE L. 14.095. — CARRIÈRES DU CINÉMA.

BROCHURE L. 14.096. — TOUTES LES CARRIÈRES ADMINISTRATIVES.

L'ÉCOLE UNIVERSELLE

répondra gracieusement, de façon détaillée, à toutes les personnes qui lui exposeront leur cas particulier.

12, Place Jules-Ferry, LYON - 59, Boulevard Exelmans, PA 15

BUREAU D'ÉTUDES
SCIENTIFIQUES et techniques
cherche pour son SERVICE de PHYSIQUE,
comme collaborateurs, des
INGÉNIEURS connaissant
bien l'industrie française
et les centres scientifiques
pour compléter sa documentation.

ÉCRIRE :

SERVICE TECHNIQUE

18, rue Quentin-Bauchart, PARIS (8^e)



RIEN DE PLUS SIMPLE
RIEN DE PLUS PRATIQUE

PRODUCTIONS **A. LAMARTHE** 12, RUE CHARLOT
PARIS (3^e)

DÈS QUE LA SITUATION LE PERMETTRA, LA FABRICATION
REPRENDRA EN GRANDE SÉRIE.

Si vous pouvez écrire Vous pouvez **DESSINER**

CETTE FORMULE N'EST PAS UNE SIMPLE AFFIRMATION. LA PREUVE EN EST FAITE PUISQUE, GRACE A LA MÉTHODE A. B. C., PLUS DE 60.000 PERSONNES ONT, DEPUIS 24 ANS, APPRIS A CONNAÎTRE LES JOIES DU DESSIN



Croquis d'élève à sa 3^e leçon

Voulez-vous réaliser dès la première leçon des croquis expressifs, personnels ? Il n'est pour vous qu'une méthode, la Méthode A. B. C. qui vous apprendra à dessiner d'APRÈS NATURE.

Le succès de l'École A. B. C. n'est pas dû uniquement à sa remarquable méthode, mais aussi à la haute notoriété des artistes auxquels sont confiés les élèves.

Voulez-vous être dirigé par un maître dont l'expérience et le talent répondent exactement au but que vous désirez atteindre ? L'École A. B. C. s'est assurée le concours d'artistes réputés dont chacun occupe une première place dans la branche où il s'est spécialisé. Dirigé par un de ces maîtres, vous êtes assuré d'acquérir rapidement les connaissances d'un véritable professionnel dans la branche de votre choix : Dessin appliqué à la Publicité, à l'illustration, à la Mode, à la Décoration etc...

BROCHURE GRATUITE, (spécifiez bien N° C. B. 18)

Demandez la brochure de renseignements n° C. B. 18 en joignant 5 francs en timbres pour tous frais. Indiquez le cours qui vous intéresse : Cours pour Adultes ou Cours pour Enfants.

ÉCOLE A. B. C. DE DESSIN

12, Rue Lincoln, PARIS (8^e) — 6, Rue Bernadotte, PAU (Bas.-Pyr.)

SACHEZ VOIR PLUS LOÏN..

Que le présent

JEUNES GENS...

Ne vous laissez pas décourager par les sombres perspectives du moment...
Tout n'a qu'un temps...

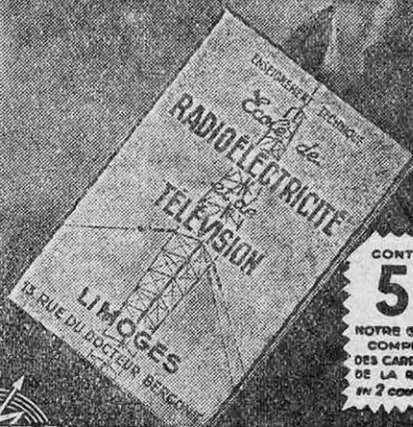
SEUL CAPITAL INDESTRUCTIBLE,
L'INSTRUCTION DÈMEURE!
APPRENEZ UN BON MÉTIER DANS
LA RADIO, VOUS ASSUREZ AINSI
VOTRE AVENIR... POUR DEMAIN.

A temps perdu, sans rien changer à vos occupations, où que vous puissiez être

NOS COURS SPÉCIAUX
— sur place ou —
PAR CORRESPONDANCE

vous donneront le maximum de chances
aux examens officiels.

N'hésitez pas à nous demander conseil, il
vous sera répondu par retour du courrier.



CONTRE

5!

NOTRE SUITE
COMPLÈTE
DES CARRIÈRES
DE LA RADIO
EN 2 COULEURS

ÉCOLE DE RADIOÉLECTRICITÉ ET DE TÉLÉVISION

15, RUE DU DOCTEUR BERGONIE

LIMOGES. (H.V.) C.C.P. 406.05

SCIENCE ET VIE

Tome LXV - N° 317

SOMMAIRE

Janvier 1944

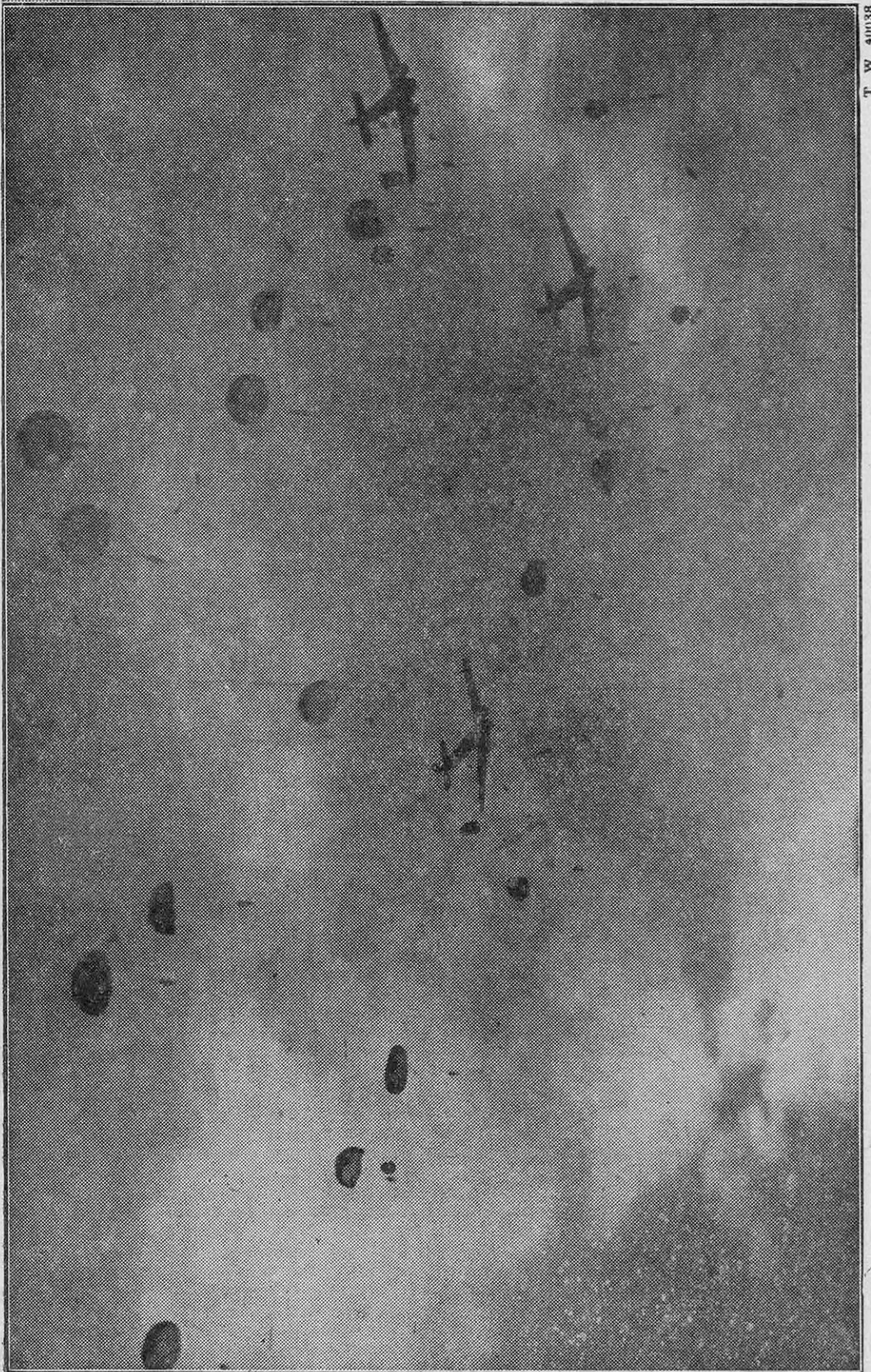
- ★ Les progrès de la technique commandent l'évolution de la stratégie, par le Général Brossé..... 3
- ★ L'élevage du poisson dans les tourbières, par Henri Doyen. 15
- ★ Vingt mois de guerre dans le Pacifique Sud, par François Courtin..... 17
- ★ Comment un dessin animé est conçu et réalisé, par Pierre Brard..... 31
- ★ Les conserves sont-elles riches en vitamines? par P. Bossardet..... 38
- ★ Les A Côté de la Science, par V. Rubor..... 43



Aux offensives « éclairs » de 1940, qui combinaient étroitement les actions des blindés rapides des Panzerdivisionen et celles des essaims de Stukas en vue d'une rapide désorganisation des dispositifs défensifs, ont succédé en 1943 les formidables batailles statiques de matériel qui font appel aux ressources les plus poussées de la technique : chasseurs stratosphériques, bombardiers au long cours chargés de tonnes d'explosifs, champs de mines étendus flanqués d'armes antichars abritées sous le béton des fortins, chars lourds enfin, d'une puissance inégalée, tel le type le plus récent mis en ligne par la Wehrmacht, le « Tigre », que représente la couverture de ce numéro. Ainsi s'est vérifiée une fois de plus, dans le court espace de quatre années, la loi générale qui veut que les formes successives de la stratégie au cours des conflits qui se suivent dans l'histoire, suivent une évolution parallèle à celle du matériel offensif et défensif mis en œuvre par les combattants. (Voir l'article page 3 de ce numéro.)

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

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



T W 40038

AVIONS DE TRANSPORT TRIMOTEURS JUNKERS 52 EFFECTUANT UN LACHER DE PARACHUTISTES LORS DE LA CONQUÊTE DE LA CRÊTE EN 1941

LES PROGRÈS DE LA TECHNIQUE COMMANDENT L'ÉVOLUTION DE LA STRATÉGIE

par le général BROSSÉ
du cadre de réserve

La guerre est une forme de l'activité humaine, qui, sauf en de rares périodes de décadence militaire, a toujours exigé de l'homme qu'il mît en œuvre toute son ingéniosité et toutes les ressources de la technique de son époque. L'histoire nous montre les véritables révolutions qu'ont éprouvées les méthodes stratégiques au fur et à mesure que se développaient et se perfectionnaient les armements et qu'apparaissaient de nouveaux engins offensifs ou défensifs. Dans le conflit actuel, les moyens de destruction sont devenus plus puissants qu'ils n'ont jamais été : le char déplace rapidement ses moyens de feu sur le champ de bataille et l'avion porte à des distances énormes des bombes de plusieurs tonnes, tandis que la radio, assurant la transmission instantanée des renseignements et des ordres, confère aux combats un rythme nouveau. Depuis les offensives-éclair de 1939-1940, l'adaptation du matériel et des méthodes défensives à la lutte contre les blindés a sensiblement modifié de nouveau, après trois ans de lutte, la physionomie des combats. Le conflit, d'autre part, s'est étendu au monde entier, échiquier géant où se heurtent les stratégies des deux blocs adverses, renouvelées par les immenses possibilités de transport rapide et d'action à distance que la technique moderne leur a fournies sous la forme de l'avion gros-porteur, du chasseur à grand rayon d'action, du cargo rapide et du sous-marin océanique.

Les variations conjuguées du matériel et des formes de la stratégie au cours de l'histoire

DEPUIS qu'il existe des hommes, ils se battent entre eux, et, pour se dominer les uns les autres, ils consacrent toute leur ingéniosité à créer des instruments d'attaque et de défense de plus en plus redoutables. Les plus anciens témoignages que l'humanité ait laissés de son activité sont des armes. Nos primitifs ancêtres de l'âge de pierre ont patiemment perfectionné la façon de tailler le silex et l'os pour en faire des massues, puis des haches, puis des pointes de lance et de flèche, qu'ils employaient sans doute contre les animaux dont ils se nourrissaient, mais qui leur servaient certainement aussi à vider leurs querelles d'individu à individu et de clan à clan, et le premier usage que leurs successeurs aient fait du fer, dès qu'ils ont su le travailler, a été de forger des épées, pour subjuguier leurs voisins moins avancés dans leur développement. De même, au XX^e siècle, les nations civilisées utilisent les découvertes les plus transcendantes de la science et les moyens les plus formidables de l'industrie moderne pour construire des engins toujours plus puissants, en vue d'abattre les peuples rivaux.

Du « coup de poing » chelléen au char de soixante tonnes et aux avions quadrimoteurs, le matériel belliqueux a constitué une série presque infinie de types sans cesse changeants. Mais les procédés employés pour tirer de ces frustes outils ou de ces terribles machines les

effets les meilleurs, c'est-à-dire les plus meurtriers, n'ont pas moins varié.

Qu'il y ait une dépendance étroite entre les propriétés de l'armement et les formes de la lutte, à une époque donnée, cela tombe sous le sens. Mais il ne semble pas que des recherches sérieuses aient été faites pour préciser ce rapport (1).

Logiquement, l'art de la guerre est tenu de se transformer constamment avec le matériel, et chaque amélioration importante, dont bénéficie ce dernier, doit avoir pour conséquence un changement correspondant apporté au système de conduite des troupes.

L'étude, *a posteriori*, de cette double évolution conjuguée présente donc un indéniable intérêt. Mais le sujet est immense : plusieurs volumes ne suffiraient pas à l'épuiser. On ne peut, dans le cadre étroit d'un article de revue, que placer quelques jalons, noter certaines phases caractéristiques, choisies parmi celles où les événements ont exercé une influence particulièrement durable sur notre existence nationale.

Le pilum romain : l'épée gauloise et la stratégie de César

Le javalot (pilum) que lançaient les légionnaires de la première ligne, à la fin de la charge,

(1) En juin 1940, la radiodiffusion nationale avait commencé une série de causeries sous le titre : « Armement et stratégie. » Les événements ont brusquement interrompu ces émissions. Il est inutile de dire que le présent travail, s'il s'inspire du même sujet, le traite d'une façon toute personnelle.

était terminé par une pointe de fer bien trempée qui transperçait le bouclier gaulois et le clouait au corps de l'adversaire. Dans la mêlée, le légionnaire, couvert de sa cuirasse, frappait d'estoc et de taille avec son épée courte et effilée, très maniable, et se protégeait avec son bouclier. Devant lui le Gaulois brandissait une longue épée de cavalerie, à pointe mousse, qui ne pouvait lui servir que pour donner les coups de tranchant.

La légion était un instrument de choc excellent, à la fois puissant et souple. Très bien instruite et entraînée, elle formait un ensemble parfaitement cohérent et obéissant strictement aux indications de son chef. Au contraire, les masses gauloises, beaucoup plus nombreuses, n'étaient que des bandes indisciplinées et désordonnées, où chacun poussait devant soi pour son propre compte.

Dans ces conditions, l'infanterie romaine, quand elle se porte à l'assaut contre ces foules inorganiques, rompt et enfonce tout ce qu'elle trouve devant elle. Dans la défensive, elle oppose au flot confus des assaillants une digue inébranlable.

Une telle supériorité de matériel et de technique autorisait, de la part du commandant en chef, la plus grande audace : à ce point de vue, César mérite une admiration sans réserve. L'idée même d'entreprendre la conquête d'un immense pays, avec une armée de quelques légions, dont l'effectif global n'a jamais dépassé 50 000 hommes, dénote une étonnante hardiesse. Sa stratégie n'a donc pas comporté le maniement de forts effectifs. Mais les moyens réduits dont il dispose, il les emploie avec une résolution, une vigueur et une ténacité inlassables.

Ses manœuvres sont toujours extrêmement simples. Dès qu'il a décidé de soumettre une peuplade, il marche contre elle avec une vitesse qui nous surprend aujourd'hui. Arrivé à proximité des rassemblements ennemis, il emploie une tactique prudente, utilisant au mieux les obstacles de terrain et de la fortification, attaquant toujours dans les conditions les plus favorables ou amenant, par des feintes adroites, son adversaire à se jeter sur lui témérairement.

Plein d'une confiance absolue dans la valeur de ses lieutenants et dans la solidité de leurs troupes, il ne craint pas de disperser ses forces. Il détache des légions isolées pour contenir de vastes régions ou même pour les réduire. Si l'un de ces groupements est menacé, il accourt à son secours, avec quelques unités maintenues en réserve, et les amène sur le lieu du combat avec une prodigieuse rapidité.

Vaincue dans la rencontre, une armée gauloise se réfugie souvent dans une place plus ou moins bien fortifiée. Mais alors, la savante technique des Romains est mise en œuvre avec une extrême activité et, presque toujours, elle assure le triomphe des assiégeants.

Si donc on s'explique comment des plans si ambitieux furent toujours couronnés d'un plein succès, on ne doit pas oublier qu'à la base des victoires du grand conquérant se trouve ce fait d'apparence assez anodine : supériorité indiscutable du javelot, de l'épée et du bouclier romains sur l'épée et le bouclier gaulois.

La conquête de la Gaule a présenté tous les caractères d'une guerre coloniale moderne. Cette inégalité d'armement, d'où résultait l'effet irrésistible de coups portés par des éléments très nombreux en nombre, a dispensé le commandant en chef d'avoir recours à des conceptions de

grande envolée. Dans son *Histoire de la Gaule*, Camille Jullian porte sur la stratégie de César le jugement suivant : « Ses marches sont des prodiges de vitesse et ses sièges des modèles de ténacité... » mais on ne trouve pas, dans les manœuvres « cette part de combinaisons savantes qui fait l'originalité d'un grand capitaine, d'un Hannibal et d'un Napoléon. »

Cela est exact. Mais peut-on en faire reproche à un général qui a été toujours vainqueur ? Toutes ses entreprises ont réussi. Il a employé des méthodes appropriées à ses moyens et à ceux de ses adversaires. Il a eu la stratégie de son matériel.

Au moyen âge, apogée de la fortification et carence de la stratégie

La situation militaire du royaume de France, au XIV^e siècle, est extrêmement curieuse, paradoxale même.

Le régime féodal a fait surgir du sol une immense floraison de châteaux-forts, et l'imagination fertile des architectes militaires a poussé toutes les parties de cette fortification à un degré de perfectionnement vraiment remarquable. Encore aujourd'hui, les restes de ces hautes et fières murailles, les débris de ces tours puissantes et élégantes à la fois, le raffinement des organes défensifs nous remplissent d'admiration.

Bien que la guerre de siège ne fût pas négligée, les machines de jet de l'époque, analogues aux catapultes et aux balistes des Romains et lançant des projectiles en pierre, étaient de bien faible effet contre des murs de plusieurs mètres d'épaisseur.

D'autre part, le désir de se distinguer avait amené la noblesse à se passionner pour les tournois. L'intérêt pris à ces joutes était tel que l'équipement des cavaliers s'était peu à peu transformé en vue de leur permettre de résister, sans être désarçonnés ou blessés, aux coups de lance d'un adversaire.

L'homme d'armes était chargé d'un harnois excessivement lourd, qui l'engonçait au point qu'il n'était plus qu'une masse rigide et ne pouvait que charger droit devant soi, la lance en arrêt. Renversé à terre pour une cause quelconque, il n'arrivait à se relever qu'avec la plus grande peine. Le plus souvent, il était pris, rançonné ou même égorgé.

L'infanterie, considérée par les chevaliers comme indigne de combattre, maniait l'arc et l'arbalète. Enfin, les premiers spécimens de canons, les bombardes, faisaient leur apparition ; mais ils étaient plus dangereux pour les hommes qui les servaient que pour l'ennemi.

Ainsi, l'art de la fortification est parvenu à un stade très avancé et permet de rendre les places presque imprenables, mais on ne songe aucunement à se servir de cette précieuse ressource. Une invention nouvelle, le canon, est appelée à révolutionner les procédés de combat, mais personne ne s'y intéresse. Le soin de défendre le royaume est confié à une caste extrêmement brillante et valeureuse, mais qui a perdu de vue les réalités de la guerre et se précipite à la bataille comme à un tournoi, avec un armement tout à fait inadapté aux conditions d'une lutte sérieuse et à mort.

On ne trouve pas trace d'une intention de manœuvre, d'un plan quelconque, dans la chevauchée confuse des splendides hordes de Philippe de Valois et de Jean le Bon à Crécy

et à Poitiers. Doit-on attribuer cette absence d'idée à la médiocrité du matériel qu'il était alors possible de mettre en œuvre?

Assurément non : car quelques années plus tard, à la suite des immenses désastres que tant de légèreté avait accumulés sur le royaume, la sagesse de Charles V et le bon sens de son conseiller militaire Du Guesclin les amènent à trouver une méthode de conduite des opérations, très modeste d'apparence, mais qui, sans faire le moindre éclat, s'est montrée cependant très efficace.

Du point de vue du matériel, trois progrès sont accomplis : tout d'abord, la défense des villes et des bourgs principaux est renforcée par l'exploitation des remarquables moyens de la fortification permanente; toutes les places sont dotées d'une bonne garnison et de vivres en abondance; puis, les effectifs de l'infanterie, pourvue d'armes de jet, sont augmentés par tous les procédés : levée de milices urbaines, engagement de mercenaires.

Enfin, les canons sont perfectionnés : on fabrique de grosses pièces tirant des boulets assez lourds pour faire brèche dans une muraille.

Le système de guerre est très circonspect : on laisse les envahisseurs s'avancer à travers le pays, piller les campagnes et détruire les récoltes, mais on leur interdit absolument l'accès des localités de quelque importance. L'armée française suit l'ennemi à distance, harcelant son arrière-garde, capturant ses traînards et ses petits détachements, lui faisant subir des revers locaux.

Enfin, dans les régions situées loin du gros des forces anglaises, on assiège les villes fortifiées tenues par de faibles garnisons, et, pour les faire tomber rapidement, on emploie de grosses bouches à feu, lançant des projectiles d'un poids considérable pour l'époque.

Grâce à ces méthodes bien simples, en dix ans, sans grande bataille, sans prouesses brillantes, mais par un effort énergique et persévérant, plusieurs centaines de places furent reconquises sur les Anglais et ceux-ci, qui s'étaient trouvés, à un moment donné, maîtres de la moitié de la France, s'en virent presque complètement chassés.

Une doctrine se juge d'après les résultats qu'elle obtient. Pour avoir su tirer du matériel du XIV^e siècle tout ce qu'il était susceptible de donner et pour avoir adapté judicieusement la

conduite des opérations aux possibilités de l'époque, Charles V et Du Guesclin ont pratiqué une stratégie d'une incontestable valeur.

La stratégie étriquée et dilatoire du XVII^e siècle est due avant tout à l'insuffisance de l'armement de l'époque.

Au dix-septième siècle, armement défectueux et stratégie traînante

Le mousquet, qui est l'arme principale de l'infanterie, n'a qu'une faible portée, deux cents mètres environ. Il tire lentement et est dépourvu d'une

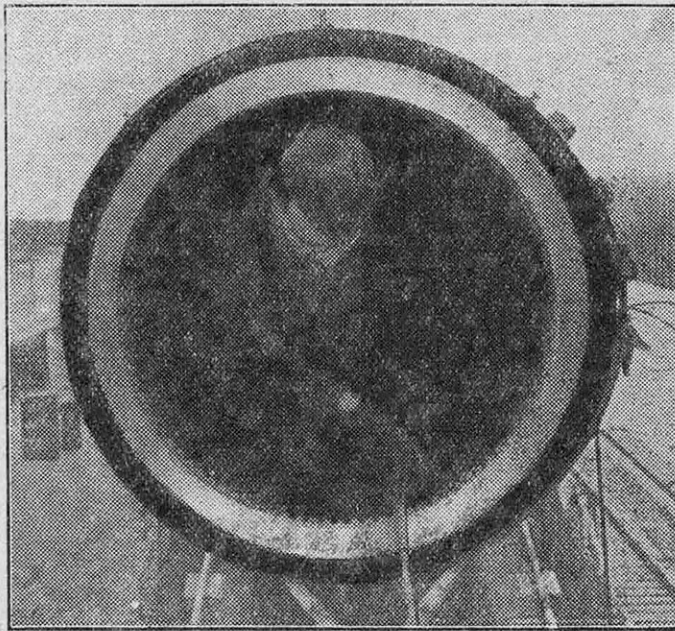
lame permettant au fantassin de frapper l'ennemi dans le corps à corps. Ces trois défectuosités imposent à la tactique des formes extrêmement rigides et des procédés compassés et lents. La cavalerie est toujours l'instrument de la décision. Mais elle est rare et fragile et on la ménage précieusement. L'artillerie ne joue encore qu'un rôle de comparse.

La stratégie appelée à mettre en œuvre des moyens matériels aussi lourds était presque nécessairement elle-même schématique et dépourvue d'élan. Les combats ne sont pas recherchés, parce qu'ils sont coûteux et d'une issue incertaine. Le trait dominant des opérations est l'absence de décision.

L'objectif de chacun des belligérants n'est pas la destruction des forces organisées de son adversaire. Pour contraindre celui-ci à signer la paix, on compte sur son usure lente, sur l'occupation prolongée d'une partie de son territoire. Aussi voit-on la plupart des guerres s'éterniser.

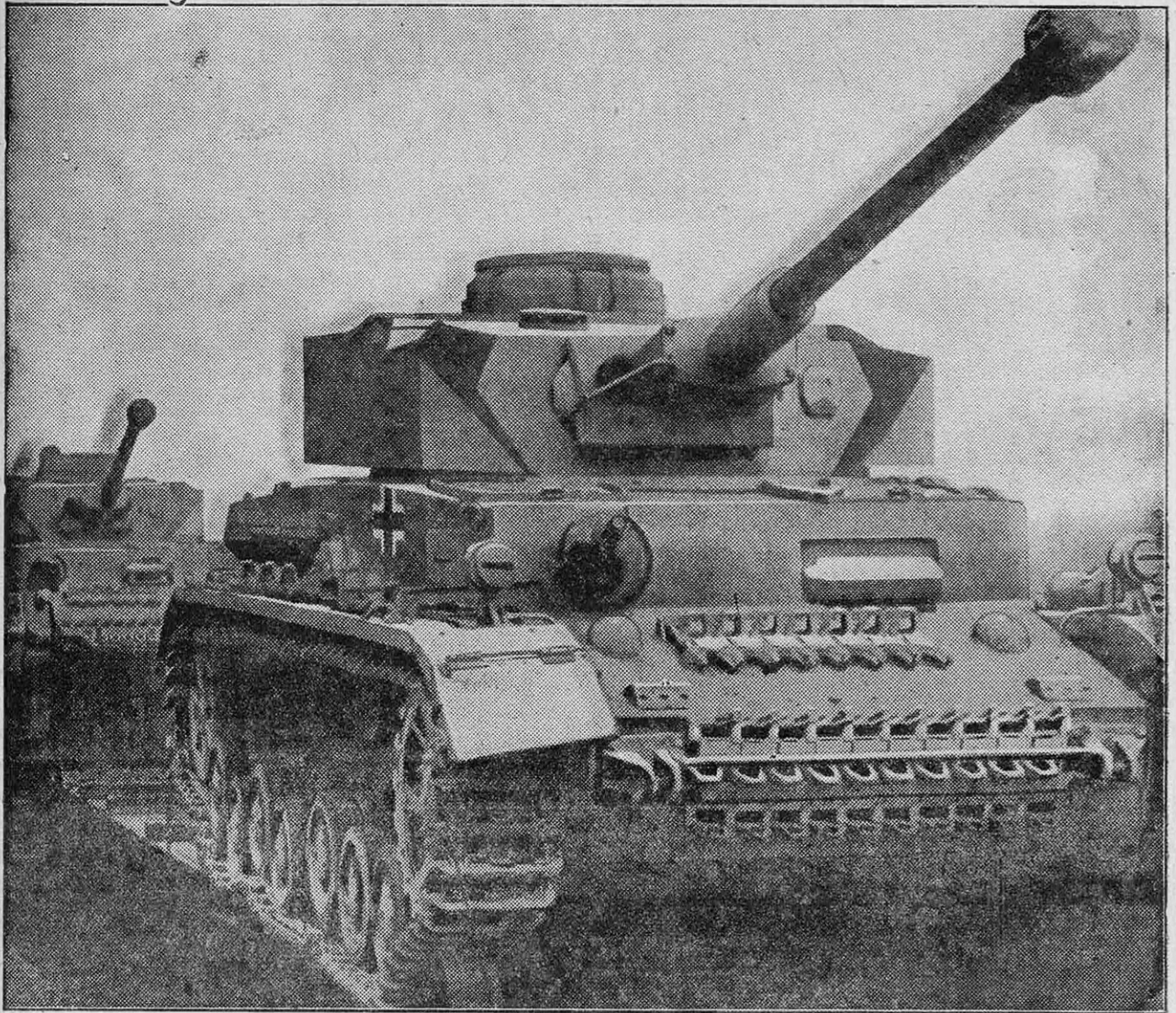
Les places jouent un rôle important dans les opérations. Leur possession permet, en effet, de dominer une contrée d'une façon durable. D'autre part, un général peut espérer, en y employant le temps nécessaire, s'emparer, au prix de sacrifices modérés, d'une ville, fut-elle très forte, si la garnison n'est pas trop considérable.

Ainsi, la demi-paralysie qui, aux approches du combat, enlevait aux armées toute faculté manœuvrière, frappait en même temps d'impuissance la stratégie, et cette lourdeur tactique avait son origine dans un matériel encore insuffisamment évolué. C'est le perfectionnement de l'arme portative qui, un siècle plus tard, donnera à l'infanterie sa personnalité, lui permettra de pousser l'attaque jusqu'au bout, en faisant converger ses efforts avec ceux des autres armes, en particulier de l'artillerie.



T W 40039

FIG. 1. — LA GUEULE D'UN CANON DE TRÈS GROS CALIBRE EN BATTERIE SUR LA VOIE FERRÉE FACE A LA COTE ANGLAISE



T W 40040

FIG. 2. — UN TRAIN DE MATÉRIEL EMMENANT DES CHARS LOURDS ALLEMANDS « TIGRE » VERS LE FRONT DE L'EST

groupée en batteries susceptibles de fournir des feux nourris. Alors le commandant en chef disposera d'un instrument puissant et souple à la fois, avec lequel il pourra mener à bien les combinaisons les plus variées.

Sous l'Empire, essor de la stratégie, mais stagnation de l'armement

Un fait très remarquable, concernant le cycle des campagnes de Napoléon, qui a été maintes fois signalé, mais dont on n'a peut-être pas suffisamment fait ressortir les conséquences, c'est l'absence absolue d'une évolution dans l'armement de l'armée, pendant tout le temps que le grand capitaine a été maître absolu de la France.

L'infanterie a fait toutes les guerres de la Révolution et de l'Empire avec le fusil à silex adopté en 1777, qui tirait, à vitesse maximum, trois coups par minute, et dont la portée utile

ne dépassait pas 250 mètres. De même, les canons de campagne, du système Gribeauval datant de 1776, dont la portée efficace maximum atteignait 1 200 mètres, ont été les seuls modèles d'artillerie en service, de 1792 à 1815.

Or, cette stagnation du matériel s'est étendue sur une période où les opérations ont changé complètement de caractère. Entre les brillantes et rapides manœuvres de la petite armée d'Italie, en 1796, et les combinaisons de large envergure et d'échéance lointaine du groupe d'armées de Russie, en 1812, la différence est profonde. *A priori* on peut regarder comme peu vraisemblable que les armes qui convenaient si parfaitement aux procédés stratégiques de la phase initiale de l'épopée napoléonienne aient répondu encore, d'une façon complète, aux besoins de la dernière.

Dès les premiers combats que Bonaparte livre comme général en chef, mettant en œuvre des conceptions d'une ampleur et d'une vigueur

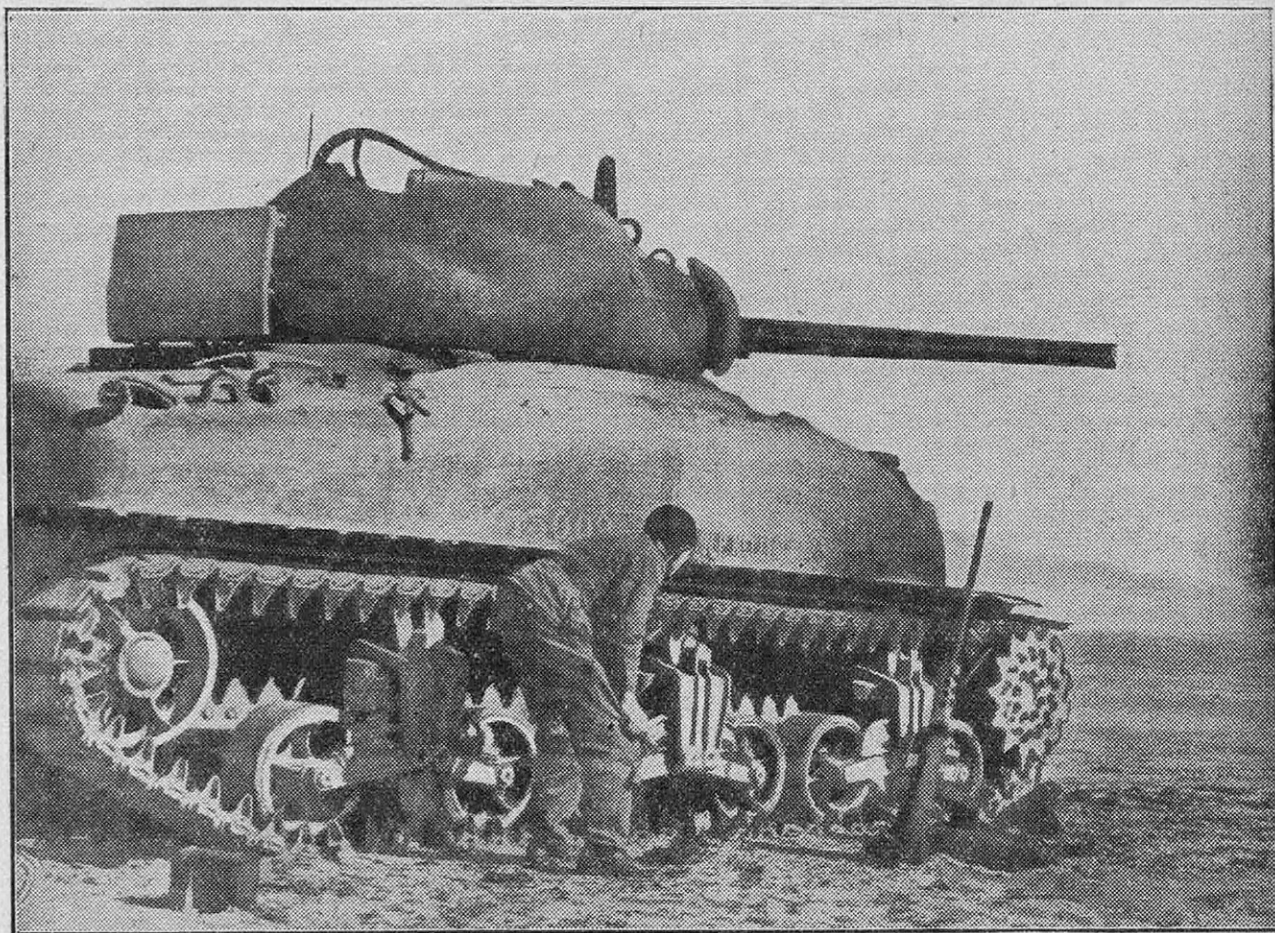
jusqu'alors inconnues, il se propose de remporter de grands résultats, en faisant concourir toutes ses forces à une bataille véritablement décisive. Le but de sa manœuvre est toujours d'imposer la rencontre à son rival, en mettant de son côté toutes les chances de succès et dans des conditions telles que l'exploitation de la victoire entraîne d'immenses conséquences. Pour y parvenir, il immobilise son adversaire par une attaque ou une simple menace de front, et porte le gros de ses forces, par un large mouvement tournant, sur son flanc ou ses derrières.

Cette manière hardie, forte et toute nouvelle de conduire les opérations pratiquées avec une décision et un coup d'œil incomparables, a valu à nos armées, de 1796 à 1807, des succès rapides, complets et absolument sans réplique. Les causes principales de cette étonnante supériorité doivent être recherchées d'abord dans le génie du chef, puis dans la valeur des troupes, et enfin dans ce fait que toutes les puissances européennes utilisaient encore les procédés rigides et figés de l'ordre linéaire.

Mais il faut conclure aussi, de cette suite de magnifiques victoires, que le matériel, par sa mobilité et sa robustesse, était parfaitement adapté aux conditions de la grande guerre et des manœuvres conduites à un rythme accéléré. Des résultats si remarquables prouvent qu'il y a alors un équilibre complet entre l'armement et la stratégie.

Cependant, à partir de 1809, les succès sont devenus plus difficiles et, très souvent, moins décisifs. Le génie de Napoléon n'avait pas diminué, mais la qualité des troupes avait baissé. D'autre part, les armées ennemies, instruites par tant de dures leçons, avaient accompli de grands progrès, en imitant les exemples de leur vainqueur. Leur armement n'était pas inférieur au nôtre. Dans ces conditions, l'effort à exercer pour les abattre était devenu beaucoup plus rude.

Depuis 1809, l'Empereur s'est clairement rendu compte du fléchissement de la valeur de ses troupes : il s'est efforcé d'augmenter leur puissance en accroissant leurs effectifs, et en



T W 40041

FIG. 3. — UN CHAR LOURD AMÉRICAIN DÉTRUIT

C'est un char de 31 tonnes, du type « General Sherman ». Ses dimensions principales sont : longueur, 6,15 m; largeur, 2,65 m; hauteur 2,71 m. Le blindage de la tourelle a 85 mm d'épaisseur, celui du char lui-même varie entre 45 mm et 65 mm. L'armement comprend : un canon de 75 mm dans la tourelle, stabilisé pour permettre le tir pendant la marche (10 coups par minute contre 12 coups à l'arrêt) et doté d'une réserve de 100 projectiles; une mitrailleuse légère à l'avant, avec 8 000 coups en réserve; une mitrailleuse lourde de 12,7 mm à l'arrière pour la défense contre avions avec 300 coups en réserve. L'équipage est de cinq hommes et la vitesse maximum voisine de 40 km/h.

utilisant des formations plus massives, mais il n'a pas cherché à améliorer la qualité de leur matériel. On peut se demander s'il n'y a pas eu là une lacune dans l'activité prodigieuse de ce conquérant. Quels n'eussent pas été les effets d'une « surprise de matériel » réalisée grâce à l'adoption d'une arme portative dont la portée eut été double de celle du fusil à pierre que notre infanterie employait depuis trente-cinq ans, ou d'un canon de campagne envoyant ses boulets mille mètres plus loin que les bouches à feu de Gribeauval, qui dataient de près de quarante ans ! Il est permis de penser que, en face des progrès apportés à la tactique et à l'armement de toutes les nations européennes, Napoléon eût obtenu d'immenses avantages, en adoptant, dans la dernière phase de ses campagnes, un matériel à hauteur de sa stratégie.

En 1870, stratégie passive n'utilisant pas les possibilités de l'armement

L'armement, depuis 1815, a progressé d'une façon lente, mais assez régulière. En 1841, la capsule à percussion remplace le silex, pour la mise de feu de l'arme portative. Un fusil rayé se chargeant par la bouche est donné à l'infanterie en 1857. C'est avec lui qu'elle fit la campagne d'Italie, en 1859. Enfin, le fusil Chassepot, se chargeant par la culasse, est mis en service après 1866. C'était une arme excellente, d'un poids relativement léger, et dont la portée efficace, remarquable pour l'époque, atteignait 1 200 mètres.

Le matériel d'artillerie Gribeauval continua à être utilisé jusqu'au Second Empire, après avoir subi quelques modifications. En 1853, il fut remplacé par un canon obusier, dernier type de l'artillerie lisse, qui fut fort apprécié en Crimée. En 1858 et 1859, l'armée fut dotée de canons, se chargeant par la bouche, et dont la portée était de 3 000 mètres. Le boulet plein fut alors abandonné : le nouveau canon tirait un obus pourvu d'une fusée destinée à le faire éclater. Pendant la campagne d'Italie, cette arme, bien que fort mal utilisée, rendit cependant d'utiles services en frappant les réserves autrichiennes qui se croyaient à l'abri du feu. Ce sont les mêmes canons qui devaient faire la guerre de 1870. Mais, par une aberration singulière, au lieu de leur apporter des améliorations, on réussit à leur faire perdre presque toute leur valeur, en supprimant à la fusée, dans un but de simplification, quatre sur six des durées d'éclatement qui lui permettaient de tirer à des distances variées. Ne pouvant plus désormais atteindre que des objectifs situés à 1 400 ou à 2 500 mètres, l'artillerie de campagne devenait à peu près impuissante.

Tel quel, et en supposant non avenue l'absurde mutilation apportée à l'obus d'artillerie, ce matériel présentait des propriétés qui lui permettaient de se prêter fort honorablement aux grandes opérations. Les qualités du Chassepot devaient, semble-t-il, nous inciter à faire un nouveau pas en avant dans la voie de l'offensive et de la manœuvre.

Sur le plan tactique, puisqu'une troupe d'infanterie déployée était devenue inabordable de front, il fallait en conclure que l'attaque des flancs de l'adversaire était rendue plus nécessaire que jamais : la mission de la stratégie devenait donc de préparer cette action sur le champ de bataille par de larges combinaisons

visant le débordement des ailes de l'ennemi et l'irruption sur ses derrières. Mais, au lieu de cette conception, conforme à nos traditions comme aux leçons de l'histoire, des techniciens à vue trop courte préconisèrent la défensive tactique, et aucun grand chef n'éleva la voix pour protester.

Napoléon III, Mac-Mahon et Bazaine non seulement n'ont pas eu la stratégie qu'autorisait leur matériel, mais n'ont eu aucune notion de ce que pouvait être cette branche de l'activité intellectuelle, dont la connaissance est cependant la plus indispensable de toutes celles que doit posséder un chef.

1914 à 1917 : infériorité du matériel offensif sur le matériel défensif.

Stratégie impuissante

Si l'on envisage d'un coup d'œil d'ensemble la physiologie de la guerre 1914-1918 sur le front français, on se demande à quoi il faut attribuer une si grande variété dans les formes de cette longue suite de batailles.

La mitrailleuse avait fait ses débuts, sur une grande échelle, dans la guerre de Mandchourie; mais faute d'avoir étudié d'assez près les procédés tactiques utilisés par les deux adversaires dans cette campagne, nous n'avions pas entrevu la puissance passive de l'arme automatique tirant « en flanquement », c'est-à-dire obliquement, et combinée avec la tranchée et les réseaux de fils de fer.

La seule arme que nous possédions alors et qui fut en mesure d'ouvrir le chemin à l'infanterie, était le 75 mm, excellent canon de campagne, comme on le sait, parfaitement apte à frapper, en un temps très court, un objectif se déplaçant à découvert, mais incapable, par suite de la tension de sa trajectoire, d'atteindre un but défilé et impuissant contre un obstacle ou un abri, à cause du faible poids de son obus.

Du côté allemand, l'étroite dépendance entre les modalités des manœuvres stratégiques et les possibilités offertes par le matériel s'accuse avec la plus grande clarté dans deux circonstances caractéristiques.

Tout d'abord, par une influence « en retour », peut-on dire, extrêmement instructive, on voit la stratégie provoquer certaines transformations de l'armement : c'est ainsi que l'artillerie lourde de campagne a été créée, quelques années avant la guerre, alors que le plan de campagne ne prévoyait pas encore l'invasion de la Belgique, en vue de faire tomber rapidement nos rideaux défensifs de la Meuse et de la Moselle. Dans le même ordre d'idées, la nécessité, découlant du plan Schlieffen, d'ouvrir promptement le débouché dans la plaine belge à l'aile droite du corps de bataille, amena le commandement à faire étudier et construire secrètement des mortiers lourds d'un calibre dépassant tous ceux qui avaient été employés jusqu'à ce jour, les 420, destinés à démolir les tourelles et à défoncer les abris des forts de Liège et de Namur.

En outre, les opérations initiales de la campagne ont été la première application d'une combinaison stratégique qui devait être appelée, au cours du conflit actuel, à prendre un développement remarquable : la manœuvre d'anéantissement.

On sait que le plan Schlieffen contre la France visait l'enveloppement simple de tout notre corps de bataille, par un immense rabattement du gros des armées s'avançant en mu-

raille continue par Bruxelles, la région de Paris et Troyes, jusqu'au Jura. Ce projet inspira, dans sa forme générale, le plan d'opérations exécuté contre la France, en août 1914, mais il subit d'importants changements qui le déformèrent et atténuèrent notablement son dynamisme.

Les causes de l'insuccès final de l'offensive allemande ont été maintes fois exposées : il suffit de rappeler qu'une partie des mesures matérielles demandées par le comte Schlieffen n'avait pas été réalisée et que le plan Schlieffen, s'il avait été appliqué intégralement, aurait garanti aux Allemands la possibilité de refouler et de déborder la gauche de notre dispositif.

Cependant, il n'est aucunement certain que le long rabattement de la masse allemande de droite, s'avancant comme un mur, en décrivant un vaste circuit incurvé à travers notre pays, aurait réussi à se refermer sur le gros des armées françaises, car cet énorme parcours, effectué par des troupes dont la plus grande partie s'avancait à pied, demandait beaucoup de temps, et les défenseurs, disposant d'un réseau ferré bien organisé pour les déplacements de leurs unités, auraient sans doute eu la faculté d'échapper à l'étreinte de l'envahisseur.

On peut donc dire que si, en 1914, la stratégie schlieffenienne n'a pas fait complètement ses preuves, c'est parce qu'elle a manqué d'un matériel assez puissant, assez mobile et doué d'un rayon d'action suffisant, pour pouvoir réaliser des ruptures de front, effectuer de rapides et vastes mouvements d'enveloppement

et passer à une exploitation immédiate et sans répit des premiers succès remportés.

1918 : énorme développement de l'artillerie.

Méthodes stratégiques puissantes, mais lourdes et lentes

De 1915 à 1918, l'emploi de l'artillerie lourde se généralise. Les obusiers à trajectoire courbe frappent les objectifs situés à contre-pentes. Les projectiles de fort calibre enfoncent les abris protégés. Les concentrations rendent les localités intenable. L'A.L.G.P. effectue des destructions lointaines.

Enfin, en 1917, l'invention des chars de combat à marche lente donne la possibilité de faire tomber la barrière de feux qui arrêtait l'infanterie et de fournir à celle-ci un appui rapide, souple et efficace.

Mais l'énorme entassement de batteries et cet exorbitant tonnage d'obus exigent, avant

chaque attaque de grande envergure, de très longs préparatifs. D'autre part, l'artillerie, surtout celle de gros calibre, est encombrante et peu mobile. Après de premiers succès, on ne parvient pas à la pousser assez rapidement sur le terrain conquis et surtout à la faire suivre de munitions en quantité suffisante pour lui permettre d'appuyer efficacement l'action de l'infanterie, au cours d'une progression vivement menée.

Dans ces conditions, les batailles sont précédées de longs temps d'arrêt : l'exploitation en

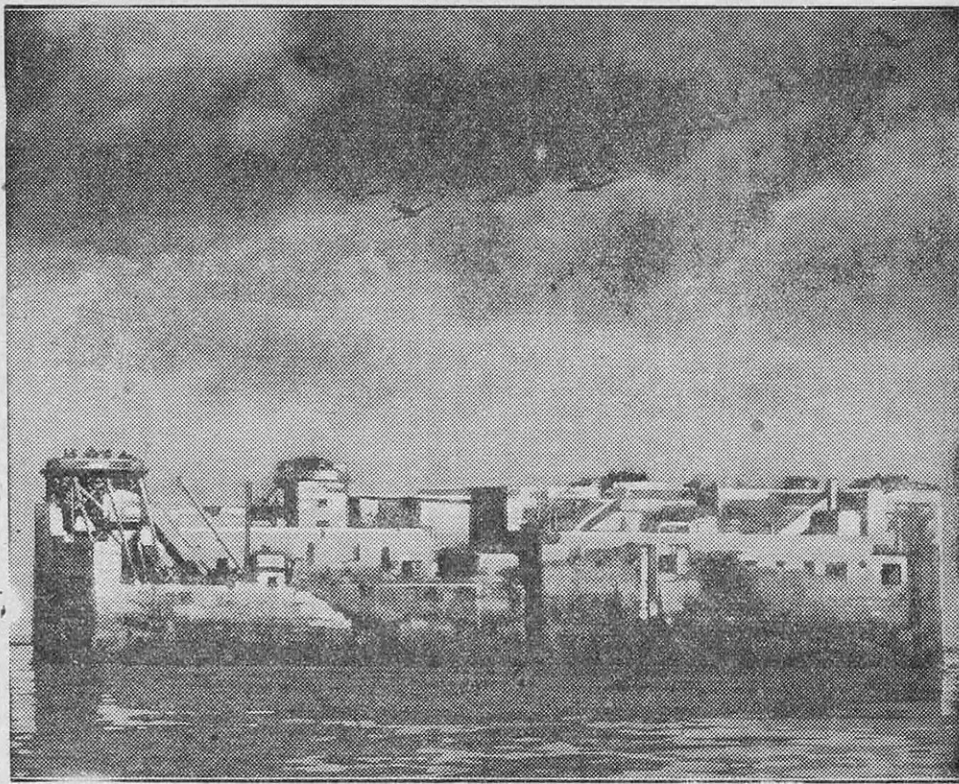


FIG. 4. — SENTINELLE AVANÇÉE AU LARGE DE LA COTE, CETTE FORTERESSE BÉTONNÉE EST PUISSAMMENT ARMÉE EN ARTILLERIE DE D.C.A.

est lente et généralement de faible amplitude, le défenseur ayant le temps d'amener, par chemin de fer et par camions, d'importantes réserves, pour établir une nouvelle position de résistance, derrière le front rompu.

Il est donc manifeste que la forme générale des opérations de cette longue guerre a été étroitement conditionnée par la nature du matériel. En face de la puissance passive des armes automatiques, soutenues par des tirs d'artillerie denses et protégées par des systèmes fortifiés très perfectionnés, les armes offensives, après avoir été longtemps inefficaces, ont enfin reconquis la supériorité, mais leur lourdeur et leur encombrement ont imposé aux attaques une allure intermittente et ont empêché toute exploitation rapide et féconde. Dès lors, la stratégie n'a pu que se fixer des objectifs à atteindre à longue échéance, et la manœuvre a consisté à s'en rapprocher peu à peu par le moyen de coups successifs, portés sur des secteurs variés avec une intense quantité de batteries et un nombre toujours croissant de chars.

1939 et 1940 : Suprématie de l'armement à moteur, triomphe de la stratégie d'anéantissement

Il n'est pas possible d'imaginer un contraste plus complet que celui qui oppose la forme des opérations dans la guerre de 1914-1918 et dans les campagnes de 1939 et 1940.

Avant 1939, tous les Français, restés sous l'impression de 1918, s'imaginaient que la lutte serait très longue; et cependant, les forces polonaises furent anéanties en trois semaines et, l'armée française, complètement désorganisée au bout de un mois et demi de dures batailles, se trouva dans l'impossibilité de continuer la résistance.

Dans la première de ces guerres, le nombre des tués et des blessés a été immense, tandis que celui des prisonniers est demeuré assez modéré et qu'aucune capitulation d'unités importantes n'a été enregistrée sur le front français. Dans la seconde, les pertes en vies humaines ont été relativement faibles, alors que le chiffre des prisonniers a dépassé de beaucoup tout ce qu'on pouvait supposer et que les capitulations d'armées entières se sont multipliées.

De telles différences dans le caractère d'hostilités qui se sont suivies à moins d'un quart de siècle d'intervalle sont bien faites pour surprendre. La courbe de l'évolution des formes de la guerre a suivi, au cours de cette période, un cours véritablement anormal. Un rebroussement s'est produit, qui a déjoué toutes les prévisions. Comment expliquer une si extraordinaire discontinuité?

Avant tout, semble-t-il, par la nature du matériel que possédaient les deux belligérants, en 1914, et dont a disposé l'un d'entre eux, en 1939.

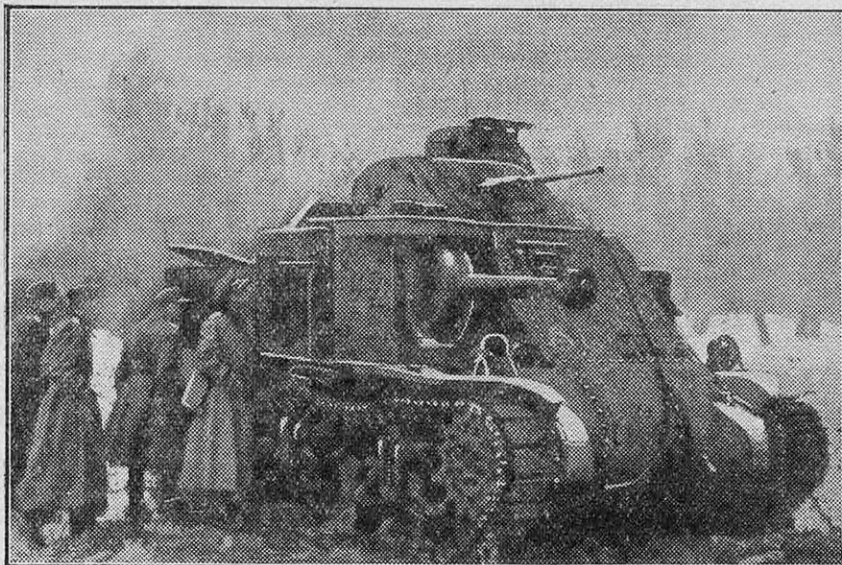
Si la mitrailleuse, utilisée en union intime avec la tranchée, les fils de fer et les tirs de barrage d'artillerie, a conféré à la défensive, il y a vingt-cinq ans, une supériorité manifeste sur l'offensive, au contraire, dans le conflit actuel, les divisions blindées, opérant en combinaison constante avec les avions de bombardement en piqué, ont assuré à la dernière de ces formes de lutte une prédominance absolue sur la première. En 1914, tous les progrès récents du matériel et de la tactique favorisaient la puissance passive d'une troupe installée dans un bon retranchement, tandis qu'en 1940, les engins issus du moteur, employés en masse, ont procuré aux forces mécaniques une capacité de rupture devant laquelle tous les moyens de défense utilisés jusque-là se sont montrés inefficaces.

A cette puissance de choc s'ajoutait une propriété qui accroissait considérablement la faculté offensive des Panzerdivisionen et des essaims de Stukas : c'est l'aptitude à exploiter immédiatement, et avec une extrême vigueur, des succès initiaux. Dès que les positions adverses se sont trouvées plus ou moins dissociées, les colonnes blindées et motorisées, toujours précédées des avions piqueurs, ont pénétré dans les fissures du dispositif opposé, ont désorganisé les batteries, les postes de commandement, les centres de transmission, puis, continuant leur course, se sont portées au loin sur les grands obstacles naturels où les réserves auraient pu constituer un nouveau front continu. En même temps, d'importantes formations d'avions de bombardement frappaient tous les organes essentiels des voies ferrées de rocade, par lesquelles la France cherchait à amener, au plus vite, ses grandes unités disponibles.

Dans ces conditions, l'armée française, après un premier revers, ne parvenait plus à se rétablir. Les réserves, dirigées sur les arrières du secteur enfoncé, arrivaient toujours trop

tard pour pouvoir s'installer en ordre et solidement sur le terrain. Elles étaient attaquées et dispersées successivement avant d'avoir réussi à se déployer.

En Pologne comme en France, en Yougoslavie et en Grèce, cette action irrésistible des colonnes blindées unies aux escadres d'avions de bombardement en piqué provoqua une surprise technique intense. Aucune mesure n'avait été prise pour lutter contre ces formations nouvelles, dont la puissance n'avait pas été appréciée à sa valeur. Derrière le front ne se trouvaient pas de lignes fortifiées, formant un cloisonnement capable d'arrêter l'exploitation des unités mécaniques. Les mines contre chars existaient en



T W 40043

FIG. 5. — UN CHAR MOYEN AMÉRICAIN MIS HORS DE COMBAT

Il s'agit ici d'un char de 28 tonnes, fabriqué par Chrysler, du type « General Lee ». Son blindage est de 55 mm. Il est armé d'un canon de 75 mm visible au premier plan, d'un canon de 37 mm dans la tourelle et de plusieurs mitrailleuses. Propulsé par un moteur de 400 ch à refroidissement par air, il atteindrait une vitesse de 40 km/h.

très petit nombre. Les quelques canons antichars dont étaient dotées les divisions, agissant plus ou moins dispersés, furent promptement détruits. L'aviation de chasse, complètement dominée, ne put jouer son rôle de protection contre les Stukas. Rien ne put arrêter l'avance impétueuse des Panzerdivisionen.

Dès lors, la stratégie d'anéantissement disposait du matériel qui lui convenait, pour mener à une complète réalisation ses vastes desseins. Les opérations contre la Pologne ont été une pure application de la doctrine du double enveloppement. La campagne de France, de mai à juin 1940, a renouvelé et conduit jusqu'à son terme, avec une extraordinaire rapidité, grâce aux remarquables propriétés des grandes unités de chars, le plan intégral établi par le comte Schlieffen en 1905 mais modifié et assoupli.

La profonde différence entre les méthodes de l'ancien chef de l'Etat-Major général et la stratégie allemande de 1939-1940, est, en effet, que dans celles-là, les armées devaient attaquer sur de très larges fronts et effectuer d'immenses rabattements en s'avançant en muraille, comme des bataillons sur la place d'armes, tandis que, dans les opérations de la première année du conflit actuel, les groupements de Panzerdivisionen ont toujours fait des percées profondes sur des fronts relativement étroits et, après avoir pénétré au loin, à l'intérieur du dispositif, ont accompli librement, et avec une extrême célérité, les mouvements enveloppant les plus vastes, en suivant généralement les routes, et en devançant sur tous les grands obstacles naturels — fleuves, défilés — les réserves sur lesquelles le défenseur comptait pour les arrêter.

L'avantage éminent de l'offensive est de permettre à l'assaillant de choisir sa zone d'attaque, en y concentrant une très forte proportion de ses moyens. La défensive, par contre, impose au parti qui l'adopte, l'obligation de se protéger dans toutes les directions dangereuses et, par suite, de se disperser, ce qui le met dans l'impossibilité d'opposer partout une barrière d'engins antichars et contre-avions assez dense pour bloquer la charge des colonnes mécaniques. D'autre part, une fois la rupture effectuée, l'exploitation suit avec une telle rapidité que toute tentative de rétablissement est illusoire.

Le seul moyen qui eût pu nous offrir quelque chance de succès, en mai 1940, eût été de connaître à l'avance les secteurs où l'ennemi voulait porter ses coups et de préparer derrière les fronts menacés de nombreuses unités très riches en matériel, pour briser son élan et surtout pour le contre-attaquer. Mais une telle

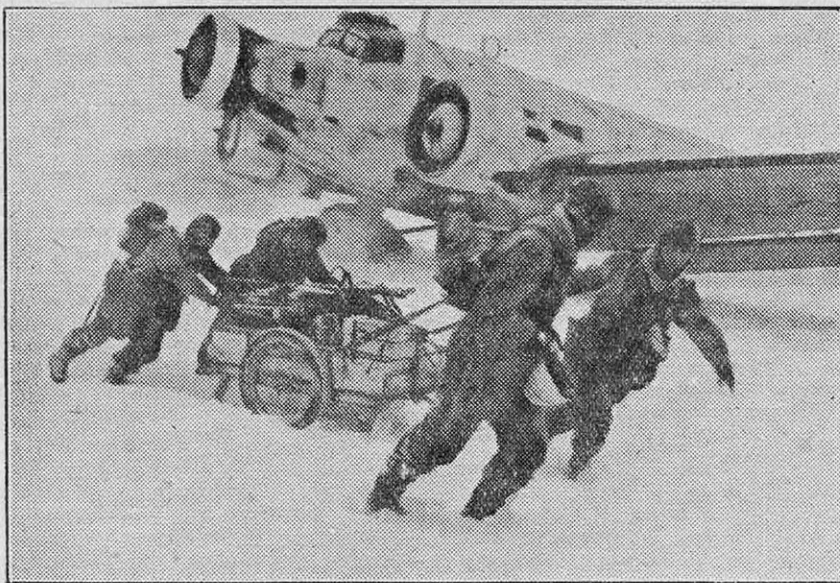


FIG. 6. — LE RAVITAILLEMENT DU FRONT PAR L'AVIATION ALLEMANDE (ON VOIT ICI UN JUNKERS 52) PENDANT LA CAMPAGNE D'HIVER 1941-1942 EN RUSSIE

T W 40044

manœuvre, qui était réalisable en 1918, à cause de la lenteur des préparatifs qui s'imposaient à l'assaillant pour la mise en œuvre d'une attaque de grand style, et qui a été effectivement réalisée, lors de l'offensive allemande du 15 juillet 1918 en Champagne, avait perdu toute vraisemblance en 1940, alors que la mobilité du matériel offensif permettait de passer d'une position d'attente à un dispositif d'assaut en vingt-quatre ou quarante-huit heures.

En résumé, la transformation radicale qui s'est manifestée dans le caractère des opérations de 1918 à 1940, s'explique par l'emploi généralisé des engins exploitant la force de propulsion des moteurs. La stratégie d'anéantissement a trouvé dans cet armement l'instrument adapté à ses vastes conceptions.

1941 : progrès du matériel de défense contre les chars Ralentissement de l'élan des manœuvres enveloppantes

Les effets de la surprise technique réalisée par l'emploi généralisé des grandes unités blindées et des formations de bombardiers piqueurs se sont prolongés pendant près de deux années. Les organisations défensives n'avaient pas résisté au choc des véhicules cuirassés, et l'avance de ceux-ci n'avait jamais été sérieusement contrariée. Il en fut autrement au cours de la campagne de 1941 en Russie (1). La campagne de Russie s'est distinguée d'emblée des campagnes précédentes par l'ampleur du théâtre d'opérations, que des obstacles géographiques (zones marécageuses) coupaient en plusieurs secteurs complètement indépendants, par la profondeur des défenses, l'allongement progressif des voies de ravitaillement

(1) Voir : « Un an de guerre dans l'Est Européen » (Science et Vie, n° 300, août 1942).

et l'abondance des réserves russes en hommes (des centaines de divisions) et en matériel moderne (chars et avions).

Tandis qu'au nord des marais du Pripet, en Russie blanche, des succès considérables tels que celui de Bialystock pouvaient faire croire que la campagne de Russie serait une répétition de celle de Pologne, en Ukraine la lutte prit d'emblée une tournure plus laborieuse : pendant longtemps les Russes parvinrent à se retirer en sauvant leurs armées de l'encerclement, et la défense de Kiev fut le premier exemple de l'effet retardateur que peut exercer une grande ville sur un envahisseur, à condition qu'on fasse le sacrifice des richesses qu'elle représente.

A partir du Dniepr, les offensives en Russie blanche ont revêtu une physionomie analogue : les groupements blindés allemands furent sérieusement retardés par les défenses soviétiques et ne progressèrent plus que d'une façon discontinue, en profitant des brèches que les unités de toutes armes devaient à chaque fois leur ouvrir dans le dispositif ennemi.

Malgré l'envergure des manœuvres, effectuées parfois avec un éclatant succès, malgré le nombre des morts et des prisonniers russes et l'importance du matériel capturé, chacune de ces manœuvres conservait un caractère local en raison de l'ampleur du front et ne parvenait pas à disloquer complètement l'appareil défensif de l'armée rouge.

Le ralentissement de l'élan offensif des colonnes mécaniques a eu pour cause principale l'emploi, sur une très grande échelle, de moyens modernes adaptés à la lutte contre les chars.

Tout d'abord des organisations permanentes, comprenant des lignes extrêmement étendues et très profondes de fortins bétonnés bien camouflés, disposés en quinconces, se flanquant les uns les autres et s'appuyant sur des ouvrages plus importants, avaient été échelonnées sur de multiples secteurs de la zone d'un millier de kilomètres qui s'étend entre la frontière polonaise et Moscou.

Ces barrages avaient été renforcés par de vastes champs de mines, des obstructions passives, des fossés. Des pièges à chars, dont l'efficacité était apparue aux Russes au cours de leurs attaques contre la ligne Mannerheim, en parsemaient les abords. Les immenses forêts du plateau moscovite avaient été transformées en redoutables zones de chicanes, où les pistes étaient barrées par des canons sous casemates ou des coupoles de chars. Les passages à travers les régions marécageuses étaient battus par des mitrailleuses soigneusement dissimulées.

Les formations antichars avaient été très développées, comme nombre et comme puissance des engins. Les lance-flammes, fixes ou portés sur chenilles, prenaient part à la défense rapprochée contre les véhicules blindés. L'aviation d'assaut était armée et entraînée en vue de la lutte contre les chars.

En présence de moyens de défense si abondants et si efficaces, la Wehrmacht a modifié profondément ses procédés de manœuvre, tout en restant fidèle à sa stratégie d'anéantissement.

De juin à octobre 1941 nous assistons à une série d'opérations d'encerclement judicieusement adaptées à la forme de la contrée et à la répartition des réserves adverses.

La rupture était confiée à des troupes de toutes armes pourvues d'un matériel spé-

cialement créé pour faire brèche dans les ensembles fortifiés et dotées d'unités de pionniers dont le rôle était de détruire les fortifications adverses.

Quand la rupture était obtenue, le plus souvent en un temps assez court, les blindés s'engageaient dans les couloirs qui leur étaient frayés, sous la protection de l'aviation et de formations motorisées couvrant leurs flancs et, progressant sur les grandes routes d'invasion, enveloppaient de larges zones forestières compactes où se trouvaient les réserves de l'ennemi.

Se rejoignant deux par deux sur ses arrières elles enterraient de vastes îlots et refoulaient toutes les contre-attaques des éléments encerclés. Les îlots étaient ensuite découpés en morceaux plus petits par des colonnes mécaniques, après quoi les troupes de toutes armes s'employaient à réduire les centres de résistance que l'aviation et l'artillerie soumettaient à un bombardement intense.

Ces opérations étaient évidemment beaucoup plus dures et plus lentes que la simple exploitation d'une percée par des raids profonds sur les arrières ennemis, analogues à ceux qui avaient réussi en Pologne et en France. Elles exigeaient des moyens considérables et une combinaison complexe d'armes de toutes sortes.

Si l'abondance de leur matériel n'a pas évité aux Russes une série de défaites coûteuses, elle leur a du moins permis de durer. Chacune des grandes poussées allemandes a pu se trouver ralentie par les contre-attaques des blindés et l'action de l'aviation, et une partie des forces russes a réussi chaque fois à se retirer sur des positions préparées à l'arrière. C'est à ces manœuvres en retraite que n'avaient pu réussir ni les Polonais en 1939, ni les Français en 1940, que les Soviétiques durent de pouvoir reconstituer leurs unités plus ou moins dissociées et de conserver des réserves importantes qui leur ont permis de prolonger la lutte.

Ce caractère a toujours été en s'accroissant, jusqu'à la fin de la campagne d'été et d'automne 1941. En même temps, l'envergure des manœuvres s'est progressivement rétrécie. Un facteur nouveau est d'ailleurs venu alors imposer impérieusement sa loi aux belligérants : l'hiver russe, qui prélude par d'abondantes chutes de neige, des périodes de froid intense, suivies de brusques dégels, et qui rend les pistes du grand pays impraticables.

Ces brutales intempéries ont, comme on pouvait s'y attendre, paralysé, au moins partiellement, les opérations. Devant Moscou, toutes les localités qui apparaissaient dans les communiqués de deux partis au milieu d'octobre, y ont figuré encore pendant le mois suivant.

On constate une autre différence dans les procédés de manœuvre : les groupements blindés de la Wehrmacht ont dû renoncer, sauf en Crimée, à ces progressions lointaines et hardies, qui leur avaient procuré précédemment des avantages si considérables. Des succès importants, comme ceux de Viazma et de Briansk, n'ont été suivis d'aucune exploitation à vaste portée. Les Panzerdivisionen sont restées à proximité des troupes de toutes armes. Cette attitude nouvelle a été en grande partie la conséquence des difficultés qu'apportaient aux mouvements, au ravitaillement et à l'entretien des formations à moteur des conditions climatiques si contraaires, mais elle est imputable aussi aux rudes réactions des corps cuirassés et de l'aviation soviétiques, aux puissants barrages de canons antichars et aux multiples

obstructions qui entravaient la progression des véhicules à cuirasse.

Ainsi, après deux années d'hostilités, le matériel de défense contre les véhicules blindés a fait des progrès assez accentués pour que la stratégie soit contrainte à restreindre l'ampleur de ses combinaisons.

**1942 : efficacité croissante
du matériel de lutte
contre les chars
Transformation
de la stratégie :
emploi massif
des forces mécaniques**

La campagne d'été 1942 en U.R.S.S. a démontré, dans ses deux phases, de natures très différentes, mais également instructives, que la forme des manœuvres stratégiques, à la suite des progrès accomplis par le matériel de lutte contre les chars, ne pouvait plus être celle qui avait valu à la Wehrmacht de si décisifs succès, de 1939 à 1941. L'ouverture, dans les positions ennemies, par les Panzerdivisionen, de trouées étroites et profondes, et l'exécution, par les mêmes unités agissant isolément, de mouvements tournants à très grand rayon d'action destinés à enfermer des armées entières dans un cercle de fer, n'étaient plus réalisables, en présence des forts groupements cuirassés soviétiques toujours très agressifs, sous la menace constante des escadres d'avions de combat, criblant de leurs feux les colonnes blindées, et à travers un terrain encombré d'obstructions de toute nature, en particulier d'immenses champs de mines.

Dans sa première partie, la manœuvre allemande met en œuvre un système offensif entièrement renouvelé et en complète opposition avec ceux qui avaient servi dans les vastes enveloppements des années précédentes (1). C'est un énorme bataillon carré de groupements mécaniques et motorisés, appuyé par de nombreuses formations aériennes, qui se lance en un seul bloc, après que les mesures nécessaires pour le déblayage des champs de mines ont été prises, contre les positions soviétiques, en vue d'effectuer une rupture purement frontale. Cette masse, à la fois très puissante et très mobile, réussit à enfoncer, sur un large secteur, le dispositif adverse, puis à crever une barrière fluviale fortement organisée.

Ces remarquables résultats montraient que la stratégie des masses blindées succédant à celle des antennes mécaniques débordantes, permettait à l'offensive de conserver son dynamisme et de maintenir ses avantages.

La deuxième phase de la campagne vint peu après apporter la preuve de l'impos-

sibilité, pour des colonnes à chenilles peu étoffées, de conduire désormais jusqu'à leur terme des attaques visant l'anéantissement de l'ennemi.

Le bataillon carré des forces blindées éclata en fragments plus ou moins importants qui, progressant en éventail, s'avancèrent, dans des directions divergentes, à travers la vaste étendue

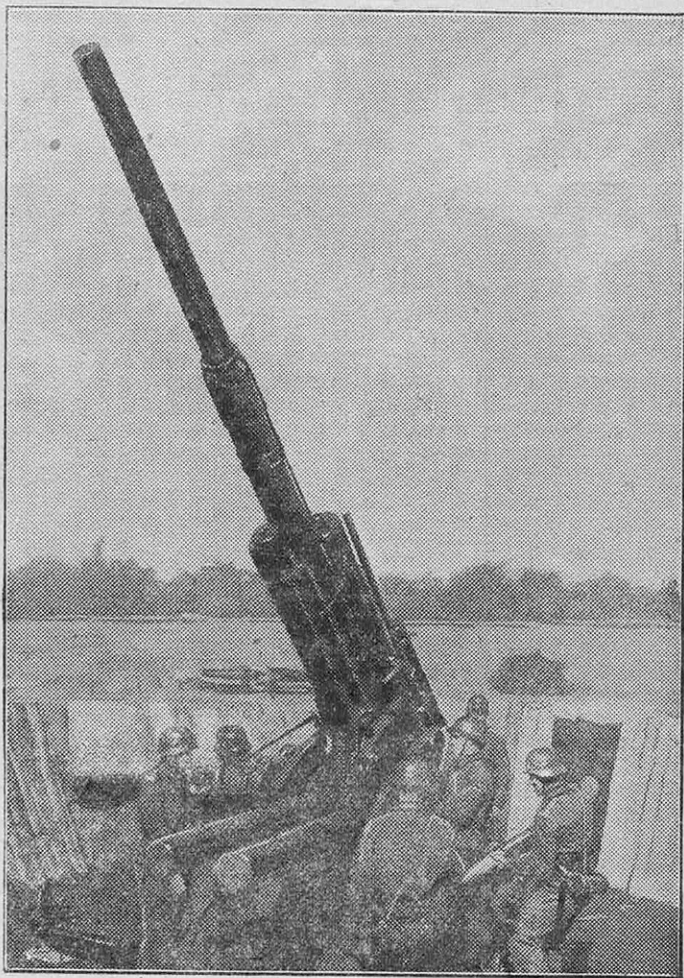


FIG. 7. — LE CANON ALLEMAND DE D.C.A. DE 88 MM T W 40045

de l'isthme caucasien. Chacun d'eux remporta des succès, refoula l'adversaire, conquit une grande profondeur de terrain, mais les armées ennemies ne purent être encerclées et détruites. Devant Stalingrad, la force vive des Panzerdivisionen se trouva absorbée peu à peu par les lignes fortifiées successives, les champs de mines couvrant de larges surfaces et les contre-attaques incessantes des corps cuirassés et des escadres aériennes soviétiques. Les groupements blindés furent forcés de céder la place aux unités de toutes armes qui durent entreprendre, contre la grande cité de la Volga, de véritables opérations de siège. La physionomie des engagements, dans les ruines de la ville, n'a pas différé sensiblement de celle qui a caractérisé les corps-à-corps obstinés et sans issue des batailles de Verdun et de la Somme, en 1916.

(1) Voir : « Une année de guerre mondiale » (*Science et Vie*, n° 306, février 1943).

Les possibilités sans cesse accrues de l'arme aérienne et l'extension des combinaisons stratégiques

Dès les premiers jours du conflit, au début de septembre 1939, l'importance du rôle de l'aviation dans la bataille s'est manifestée d'une façon éclatante. Les formations d'avions volant bas et de bombardiers piqueurs, auxiliaires indispensables des divisions blindées, neutralisaient les antichars et portaient la démoralisation chez les défenseurs. Les escadrilles de bombardement désorganisaient les arrières de l'ennemi, immobilisaient ses convois routiers et coupaient ses voies ferrées, dans une vaste zone au delà du secteur attaqué.

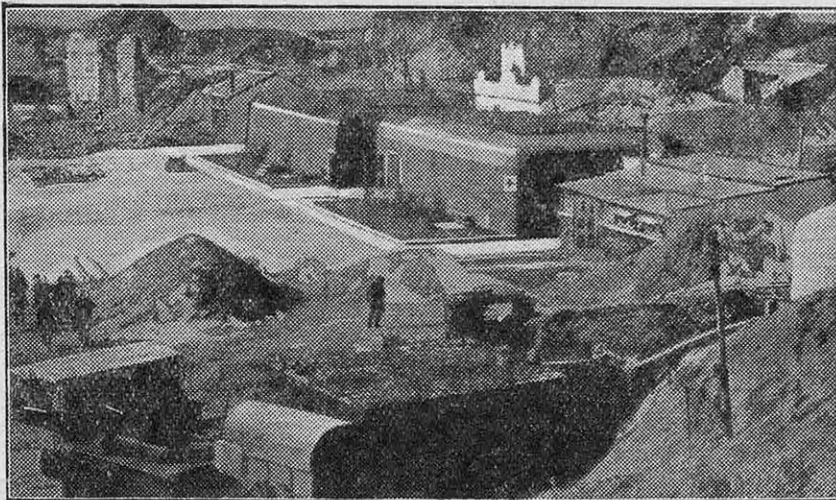


FIG. 8. — SUR LA COTE DE L'ATLANTIQUE, FORTINS ET ABRIS BÉTONNÉS ET SOUTERRAINS, ICI EN VOIE D'ACHÈVEMENT, ABRITENT LES TROUPES ALLEMANDES

Mais, depuis trois ans et demi, le matériel aérien a fait des progrès étonnants : les vitesses et les plafonds ont doublé ; l'armement des chasseurs et des bombardiers a acquis une puissance naguère insoupçonnée ; la protection des équipages, qui n'existait pas, a été partiellement assurée par des blindages ; le tonnage et le rayon d'action des gros porteurs se sont accrues dans d'énormes proportions ; le pilotage sans visibilité s'est perfectionné ; la détection électromagnétique a permis au personnel navigant de repérer les avions adverses et même de les attaquer dans le brouillard et l'obscurité.

Un essor si rapide et si prodigieux de l'arme aérienne ne pouvait manquer d'avoir, sur les opérations terrestres, des répercussions considérables. Mais celles-ci ont plutôt affecté l'étendue des manœuvres que leur forme même. En effet, la caractéristique de l'aviation, au point de vue de son emploi, c'est la souplesse de son action, la plasticité, si l'on peut dire, qu'elle doit à sa vitesse, à l'excellente visibilité de ses observateurs, dont aucun obstacle n'arrête la vue, et à sa propriété de n'être nullement affectée par la nature du sol. Elle est aussi apte à appuyer l'offensive qu'à étayer la défensive, à opérer au-dessus de la mer que des forêts et des marécages, à frapper des abris bétonnés que des voies ferrées, des usines, des troupes, des chars et des navires.

Dès lors, l'influence de l'armée de l'Air a surtout pour effet d'élargir l'envergure des combinaisons stratégiques. Sa coopération permet aux belligérants d'effectuer avec succès des entreprises qui, sans elle, seraient irréalisables, par exemple de pousser, à des centaines de kilomètres des gros des forces, des détachements complètement isolés et de leur faire remplir de difficiles missions soit offensives, soit défensives. Jamais la Wehrmacht n'aurait pu s'emparer de la Norvège, à l'extrémité septentrionale de l'Europe, si son aviation n'avait été en mesure de s'opposer au débarquement du matériel ennemi dans les fjords, d'écraser les colonnes de camions sur les routes pénétrant dans l'intérieur du pays, et de déposer rapide-

ment sur le lieu de la lutte des contingents d'une certaine importance. La campagne de Libye n'aurait pu avoir lieu, si le Reich n'eût disposé d'une flotte aérienne de transport lui permettant de ravitailler l'Afrika-korps. L'attaque de la Crète eût été une tentative vouée à l'avortement, sans les parachutistes, les essais de Stukas et les escadrilles de transport.

L'aviation a amplifié le dynamisme des groupements blindés. En les éclairant, en les appuyant, en les protégeant, quelle que fût la vitesse de leur avance, elle leur a donné une force vive

grâce à laquelle ils ont pu mener à bien des mouvements d'une extrême hardiesse. Utilisant ses énormes rayons d'action, elle relie entre eux des théâtres extrêmement éloignés, fussent-ils séparés par les espaces des océans.

Les immenses possibilités de l'arme aérienne lui confèrent aujourd'hui une place prépondérante dans les opérations combinées terrestres et navales : son action impose à la stratégie amphibie des méthodes tout à fait nouvelles. On sait que les appareils de chasse, de petites dimensions et d'une grande finesse de forme, ne peuvent emporter une forte provision de carburant et n'ont qu'une autonomie de vol limitée. Dès lors, quand les antagonistes sont séparés par une large nappe marine, la supériorité dans l'air est assurée à celui qui combat sur son propre littoral, à proximité de ses aérodromes. Le parti qui possède le territoire bordant une mer est ainsi en mesure d'interdire aux convois de l'adversaire la circulation à proximité du rivage ; si celui-ci veut reconquérir la liberté de la navigation dans ces parages, il est tenu de se rendre maître de la région côtière. Mais il ne saurait y parvenir qu'après s'être emparé d'abord de zones rapprochées, qui lui serviront de plates-formes d'aviation, où il pourra installer des bases pour ses escadrilles de chasseurs. Il y a là des conditions impérieuses qui sont appelées à modifier singulièrement les combinaisons stratégiques embrassant un domaine à la fois terrestre et marin.

Les progrès du matériel et la stratégie mondiale

On ne peut s'empêcher d'être frappé de l'ampleur toujours plus considérable des crises qui, en un siècle, ont bouleversé périodiquement les plus vieilles civilisations comme les plus récentes. Depuis la conquête de l'Algérie et les campagnes localisées de Crimée et d'Italie, jusqu'aux grandes guerres de 1866 et 1870, puis la conflagration de 1914-1918, qui mit aux prises les principales puissances de l'Europe, ainsi que les Etats-Unis, et depuis cette vaste mêlée de peuples jusqu'au conflit mondial actuel, qui embrase le monde entier, la progression a été constante, réalisée en larges bonds, à chaque cataclysme nouveau. A quelles causes peut-on attribuer cette extension sans cesse accrue des antagonismes de races?

Sans doute, à ce que nous nommons « le progrès », au développement de l'industrie qui, avec les chemins de fer, les lignes de transport maritimes et aériennes, les réseaux télégraphiques et les émissions radios, a mêlé les intérêts, enchevêtré les ambitions, et créé, sur tous les points faibles de la terre, des zones de friction qui sont autant de foyers d'incendie. Mais, dans l'exécution, une lutte qui s'étale sur des espaces aussi démesurés, à laquelle tant de groupements humains participent, et qui se déchaîne à la fois sur tous les océans et sur tous les continents, n'a pu prendre un tel développement qu'à une époque où les

possibilités du matériel ouvraient la voie à des entreprises illimitées. Sans les chars, vingt fois plus rapides que l'homme à pied, sans les avions, aptes à se déplacer à une énorme vitesse, à lancer des tonnes d'explosifs à des milliers de kilomètres aussi bien qu'à atteindre des objectifs exigus comme un navire ou un ouvrage bétonné, sans les convois sur rails, sur routes et sur mer, capables de transporter et de ravitailler à toutes distances d'immenses armées, enfin, sans les transmissions internationales avec et sans fil, qui permettent de conduire avec ordre de telles masses de formations diverses, aucune organisation, si parfaite fut-elle, ne serait parvenue à coordonner l'activité belliqueuse de nations en armes, sur des théâtres de dimensions presque infinies.

Du canon se chargeant par la bouche à la pièce d'A.L.G.P., de la mitrailleuse au véhicule blindé de soixante tonnes, de la voiture traînée par des chevaux à l'avion qui vole à six cents kilomètres à l'heure, on constate des différences du même ordre qu'entre les batailles de Magenta et de Solferino et celles de Sadova ou de Saint-Privat et entre la manœuvre de la Marne et celles d'U.R.S.S. et du Pacifique. Les évolutions du matériel et de la stratégie ont été de tout temps étroitement conjuguées et le parallélisme entre les progrès de l'armement et l'ampleur croissante des opérations de guerre est un des phénomènes les plus frappants de la vie tourmentée de l'humanité.

Général BROSSÉ.

L'ÉLEVAGE DU POISSON DANS LES TOURBIÈRES

par Henri DOYEN

Dans les pays scandinaves, en Hollande ou en Allemagne, l'exploitation d'un gisement tourbier ne constitue pas une fin en soi, mais une étape de la bonification de terrains jusque-là inutilisables. En Frise, par exemple, elle a pour objet de constituer des terrains de culture pour la pomme de terre, le seigle et l'avoine. En Hollande, un sol assaini de cette manière permettrait des récoltes allant jusqu'à trente quintaux par hectare. Sur le plateau de Millevaches, où les tourbières sont également surélevées et peu profondes, on reboise les terrains détournés en y plantant des espèces telles que l'aulne, l'épicéa, le peuplier, etc... Au contraire, quand les gisements sont profonds et forment des marais, comme dans la Somme ou dans l'Oise, il est tout indiqué (1) d'aménager des étangs à poissons dans les excavations que crée l'extraction de la tourbe.

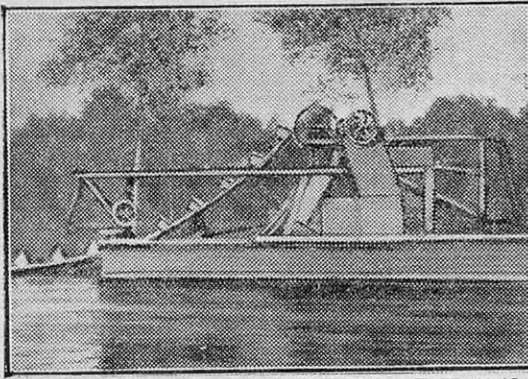
LES eaux des étangs tourbières présentent pour la pisciculture deux caractères d'une grande importance : l'un favorable, qui correspond à leur richesse en matières organiques dissoutes, susceptibles de développer une végétation, une faune de fond (larves, vers rouges) et un plancton abondants; l'autre, défavorable, dû à l'acidité relativement élevée de leurs eaux (pH : 6 à 7), les poissons ayant besoin de calcaire pour construire leur squelette, ce qui nécessiterait un pH voisin de 8. Exceptionnellement, ces eaux sont basiques, le pH atteint alors 7,2. On neutralise s'il y a lieu ces eaux en y répandant, par hectare de tourbière, entre 500 et 1 000 kg de carbonate de chaux et entre 50 et 100 kg de superphosphate. Des résultats excellents ont été obtenus en Bavière en employant 25 ou 30 kg d'acide phosphorique par hectare. Le rendement moyen

annuel en poissons s'est alors élevé jusqu'à 130 kg par hectare et par an.

Couramment, à cause de la végétation aquatique qui s'y développe intensément, les étangs de tourbières se prêtent à l'élevage rapide de nombreuses espèces de poissons : carpe (le poids d'un alevin s'accroît d'environ 500 g la première année), tanche, gardon, brème, brochet, perche. L'anguille est par excellence le poisson de la vallée de la Somme.

On distingue entre les étangs ceux des tourbières anciennes et ceux des tourbières en exploitation. Les premiers sont généralement profonds (4 à 5 m), au fond irrégulier et encombré de plantes d'eaux (roseaux, nénuphars, etc.), ce qui gêne beaucoup pour la pêche, car on ne peut

(1) D'après M. Vivier, communication à la Semaine Régionale de la Tourbe (1942).



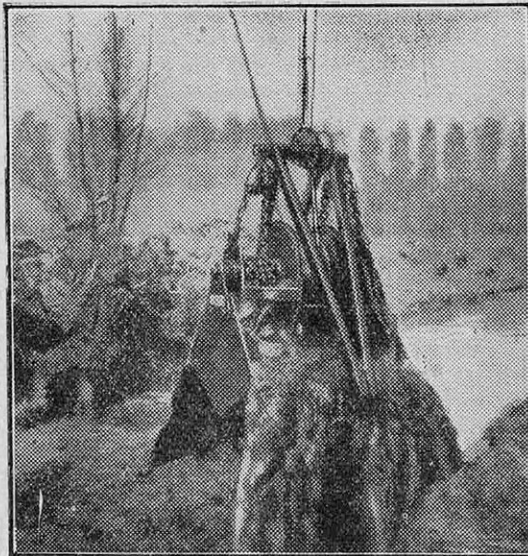
T W 40 054

FIG. 1. — LE DRAGAGE PERMET DE TRANSFORMER UNE TOURBIÈRE PROFONDE EN ÉTANG DE PISCICULTURE A FOND RÉGULIER

employer que des nasses à petit débit au lieu de sennes à grande production. Quant aux tourbières en exploitation, elles peuvent souvent s'excaver de manière à y créer des fonds uniformes et à les diviser en travées d'une largeur comprise entre 50 et 75 m, de façon qu'une senne puisse en retirer le poisson (à l'exception des anguilles). Leur longueur peut atteindre plusieurs centaines de mètres.

Empoisonnement d'un étang tourbier

Au début, par hectare, on peut mettre à l'automne 200 alevins de carpes sélectionnées, d'un été, pesant au moins 50 g; 500 alevins de tanche d'un été; 50 alevins de gardons, d'un été et 600 à 800 civelles. Aux civelles, on peut substituer 5 à 10 brochets de 100 g, toujours par hectare. Tout compte largement tenu des déchets dont 50 % pour les tanches et les gardons, de 66 % pour les anguilles, le rendement d'un tel peuplement peut atteindre 150 carpes



T W 40 055

FIG. 2. — LES BENNES PRENEUSES CONVIENNENT ÉGALEMENT À L'EXTRACTION DE LA TOURBE ET PERMETTENT DE RÉALISER DES SORTES DE CANAUX PLEINS D'EAU OU LA PÊCHE À LA SENNE EST AISÉE

de 700 g un an plus tard, soit 103,5 kg et 174 kg deux ans plus tard, mais après avoir renouvelé l'alevinage après la première année. Si la récolte de poisson doit être abondante, il convient, comme on le fait en Sologne, de la fumer (1). La recette correspondante est très appréciable, mais, pour maintenir le rendement, il convient de réempoisonner l'étang chaque année.

Bassins pour l'alevinage

Actuellement, en France, on ne peut s'approvisionner en alevins qu'en Sologne, ce qui est insuffisant et onéreux. Dans une exploitation un peu importante et *a fortiori* dans une région tourbière, il y aurait bénéfice à produire sur place les alevins en aménageant pour cela des

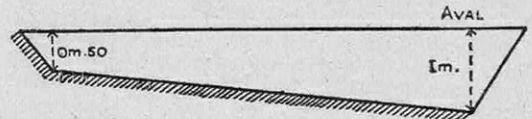


FIG. 3. — AMÉNAGEMENT D'UN BASSIN POUR LA PRODUCTION D'ALEVINS

Le fond de ce bassin doit être incliné vers la partie aval afin que le poisson puisse s'y concentrer. Autant que possible, ce fond doit être de nature argileuse ou marneuse pour faciliter la récolte du poisson. Un courant d'eau doit circuler dans ce bassin à un débit tel que l'eau ne s'y corrompe pas, mais s'y maintienne à une température aussi élevée que les conditions atmosphériques le permettent. Il est bon de cimenter la partie extrême de l'aval pour faciliter la pêche.

étangs spéciaux dans lesquels, comme le montre le croquis de la figure 3, l'épaisseur de la couche d'eau croît de 0,50 à 1 m par une pente convenable du fond. L'eau doit pouvoir s'y renouveler modérément. Cet étang doit se trouver en un lieu bien abrité, bien ensoleillé et, autant que possible, à fond argileux ou marneux afin de faciliter la reprise du poisson. Pour 10 ares, on peut mettre 3 mâles pour 5 femelles (en tanches) et 5 mâles pour 3 femelles (en carpes). Par hectare, on peut récolter annuellement près de 50 000 alevins de carpes et une quantité analogue d'alevins de tanches.

Par exemple, pour maintenir l'empoisonnement d'étangs d'une superficie totale de 50 ha, on aménagera un bassin de 100 m sur 30 m pour l'alevinage des carpes et des tanches et un autre de même superficie pour les civelles.

Il faut souhaiter que la perspective de réaliser une recette annuelle importante par la récolte annuelle de 200 kg de poissons de qualité par hectare d'étang, incite à la mise en exploitation rationnelle de nos tourbières. Nous devons cesser de dépendre de l'étranger, comme avant cette guerre, pour notre approvisionnement en poisson et, suivant l'exemple de nombreux pays européens (Allemagne, Hollande, Pologne) qui sont à la fois de grands producteurs de charbon et de tourbe, nous avons pour devoir, afin d'aider à la rénovation de notre économie nationale, de mettre en valeur nos importants gisements tourbières.

Henri DOYEN.

(1) Ces derniers temps, on a considérablement simplifié la fumure des poissons en procédant à cette opération non plus en les soumettant à l'action des fumées provenant d'un feu de bois vert, ce qui nécessite beaucoup de temps, mais en opérant par trempage dans un dérivé du pyrolyseux, le « Fuméol », obtenu par carbonisation de la tourbe ou du bois (Voir : *Science et Vie*, n° 313, page 144).

vingt MOIS DE GUERRE DANS LE PACIFIQUE SUD

par François COURTIN

La guerre s'est fixée sur le théâtre du Pacifique dans deux foyers dont un, celui du sud, n'a jamais cessé d'être en activité depuis vingt mois. Pendant cette longue période, des combats furieux se sont livrés dans la zone que les géographes appellent Méditerranée mélanésienne et qui est bordée par la Nouvelle-Guinée, l'archipel des Salomon et les côtes Nord de l'Australie. L'étude ci-dessous concerne la période qui s'étend seulement jusque vers la fin de septembre 1943. L'éloignement joint à la discrétion dont font preuve les états-majors ne permettent de connaître le caractère véritable, la portée et les résultats des opérations annoncées qu'avec un recul appréciable. Leur ampleur croissante montre que des forces de plus en plus considérables, navales, terrestres et aériennes ont été mises en action de part et d'autre, au cours des derniers mois, et, tant du fait de l'acharnement des combats que de l'action d'un climat très éprouvant, les pertes semblent y avoir été particulièrement lourdes pour les effectifs engagés.

TROIS mois et demi (7 décembre 1941-14 mars 1942) ayant suffi aux Japonais pour mettre hors de combat les principales escadres anglaises et américaines du Pacifique, conquérir les deux places fortes d'Hong Kong et de Singapour, la Birmanie, les Indes Néerlandaises, la Nouvelle-Bretagne et isoler les Philippines, des forces nippones se trouvèrent à pied d'œuvre — quelques semaines seulement après le début des hostilités et à plus de 5 000 kilomètres de leurs bases de départ — pour faire peser une menace sérieuse sur le continent australien. Du jour au lendemain, Port-Darwin, le seul port septentrional important du dominion britannique océanien, fut presque quotidiennement survolé par des avions japonais et passa au premier plan de l'actualité : la gravité de la situation apparut alors au gouvernement de Canberra.

Longtemps avant la guerre, on avait déjà signalé le danger pour l'Empire britannique de l'attraction exercée par les Etats-Unis sur le Canada, l'Australie et la Nouvelle-Zélande. En 1924, un homme politique anglais, Sir Auckland Geddes, n'avait pas craint de proclamer dans un discours de grand retentissement : « Les dominions britanniques qui ont une façade sur le Pacifique sentent bien qu'à Washington la compréhension de leurs difficultés est en quelque sorte instinctive. Lorsqu'ils viennent à Londres, au contraire, ils ne réussissent que laborieusement à faire saisir leur point de vue aux autorités de Downing Street... S'étant tournés vers la mère patrie et n'ayant pas trouvé toute la compréhension désirée, ils sont susceptibles de se retourner vers Washington qui, sachant voir, saurait aussi leur répondre. » Il ne faut donc pas s'étonner qu'au printemps 1942, en cette heure de crise pour son pays, le Premier ministre australien, John Curtin, ait demandé aux Etats-Unis, plus encore qu'à l'Angleterre, l'appui militaire indispensable, afin de faire face au

danger brusquement apparu, et Churchill lui-même dut se résigner à annoncer aux Communes le partage de la zone de combat du Pacifique entre les hauts commandements anglais et américain, l'Australie et la Nouvelle Zélande étant comprises dans la sphère des Etats-Unis. En mars 1942, le général américain Douglas Mac Arthur, rescapé des Philippines dont la longue résistance allait s'achever, prit la direction générale des opérations dans le Pacifique Sud, et c'est également un amiral américain qui assumait le commandement des forces navales alliées dans cette zone.

La lutte pour les bases

La lutte s'est circonscrite, dans le Pacifique Sud, en Nouvelle-Guinée et dans l'archipel des Salomon. Du point de vue militaire, l'importance de ces territoires résulte, non de leur valeur économique, mais de leur situation géographique. Les forces militaires modernes ne peuvent en effet agir avec efficacité qu'à une distance limitée de bases et d'aérodromes convenablement situés, bien approvisionnés et aussi rapprochés des zones d'opérations que le permet l'aviation de bombardement ennemie. Or, la Nouvelle-Guinée et les Salomon sont pour les Japonais les tremplins indispensables en vue d'une action d'envergure contre l'Australie. Il n'y existe pas de grands ports, mais au départ de bases de circonstance et de terrains d'aviation aménagés dans quelques-uns des bons mouillages des îles Salomon, des forces aéronavales pourraient intercepter les convois navigant entre les Etats-Unis, Melbourne et Sydney; d'autre part, maîtres de la Nouvelle-Guinée et, en particulier, de Port-Moresby, les Japonais auraient en mains une excellente position pour surveiller les approches de l'Australie et rendre précaire la sécurité du littoral nord de ce continent.

Inversement, les Australo-Américains n'avaient

pas seulement l'obligation, d'un point de vue strictement défensif, d'empêcher l'occupation de ces points vitaux pour les projets de leurs adversaires, il leur était nécessaire de les posséder afin d'installer, eux aussi, quelques-unes des bases de départ indispensables pour reconquérir les territoires occupés dans l'Insulinde par les Japonais. Ainsi, s'expliquent les efforts incessants des deux partis, désireux de s'assurer

et le territoire de l'ancienne colonie allemande, « Terre de l'Empereur Guillaume » (181 000 km²), confiée en 1919 par la Société des Nations à l'administration australienne. Dans cette grande île, les opérations se sont en grande partie déroulées en Papouasie et sur les anciens territoires allemands, en particulier dans la longue péninsule par laquelle la Nouvelle-Guinée se termine au Sud-Est. Cette pé-



FIG. 1. — LE RAYON D'ACTION STRATÉGIQUE DU JAPON

ou de conserver un petit nombre de positions naturelles dispersées sur une zone s'étendant en longueur sur près de 2 000 km et ces nombreux engagements aéronavals, ces débarquements, ces réembarquements, ces raids aériens aux péripéties encore mal connues, mais qui donnent lieu de part et d'autre à des assauts opiniâtres et sanglants, livrés sous un climat meurtrier dans des parages naturellement inhospitaliers.

La Nouvelle-Guinée

La Nouvelle-Guinée est la plus grande île du monde après le Groënland. Encore incomplètement explorée et d'un contour irrégulier, elle s'étend sur près de 2 000 kilomètres de longueur et couvre environ 831 000 kilomètres carrés — une fois et demie la surface de la France. La population indigène est évaluée à 900 000 âmes. Politiquement, l'île comprend trois régions : la Nouvelle-Guinée hollandaise (416 000 km²), qui est la partie la plus sauvage et la moins bien connue; la Papouasie (234 000 km²), possession australienne depuis le 1^{er} septembre 1906,

l'île est extrêmement montagneuse (chaîne des monts Owen Stanley) et ses points culminants comportent des sommets s'élevant à près de 4 000 mètres, notamment le Mont Victoria (3 997 m), un des quatre volcans encore en activité de la grande île.

En raison du climat chaud et pluvieux, la mise en valeur de ces territoires n'était pas très avancée et, en 1937, on évaluait à 5 600 personnes seulement la population blanche des districts soumis à l'administration australienne. Les voies de communication intérieures étaient presque inexistantes; plusieurs sociétés minières s'intéressant à la prospection et à l'exploitation des gisements aurifères de Nouvelle-Guinée avaient, cependant, installé plusieurs bons terrains d'aviation, et, à cet égard, la Nouvelle-Guinée était moins mal équipée qu'on pourrait le penser à première vue.

Les archipels

Le mandat australien de la S.D.N. comprend également l'archipel Bismarck ou de la Nouvelle-Bretagne (45 000 km²) ainsi que Buka et Bou-

gainville, les plus septentrionales des îles de l'archipel Salomon; la superficie de Bougainville, la plus importante terre de cet archipel, est à peu près égale à celle de la Corse (8 800 km²). La capitale administrative des territoires sous mandat australien était Rabaul, en Nouvelle-Bretagne, où les Japonais se sont installés presque sans coup férir dès le 20 janvier 1942. Le port naturel de Rabaul offre par fonds moyens un mouillage sûr pour de nombreux navires et les Nippons en firent leur base pour la conquête de la Nouvelle-Guinée et des Salomon.

Le reste de l'archipel des Salomon est sous la dépendance politique des Anglais : les principales îles s'alignent en deux rangées à peu près parallèles sur un millier de kilomètres environ : Choiseul, Ysabel et Malaya d'une part; la Nouvelle-Géorgie, Guadalcanal et San Cristobal d'autre part, mais les unes et les autres sont flanquées ou séparées par de nombreux îlots et récifs parmi lesquels Tulagi, Florida, Russel, Kolombangara, Rendova, Vella Lavella..., autour desquels se sont livrés jusqu'à présent, ainsi qu'à Guadalcanal, les principaux engagements navals.

La superficie de ces îles varie de quelques dizaines à quelques milliers de kilomètres carrés : Choiseul : 5 600 km²; la Nouvelle-Géorgie : 3 200 km²; le groupe des îles et îlots Russel : 400 km², etc..., etc... Toutes sont de hautes terres — le sommet principal de Guadalcanal, le Popomanasi, atteint 2 400 mètres — couvertes de forêts épaisses de palmiers et de santal, dont le sous-bois est le plus souvent un taillis touffu de fougères arborescentes et de palmiers. Leurs côtes bordées en maints endroits de barrières corallifères sont presque partout malsaines et d'un abord difficile. De même qu'en Nouvelle-Guinée, les pluies sont abondantes et torrentielles — pendant sept années consécutives, on a enregistré à Tulagi où se trouve la résidence du commissaire-gouverneur britannique, une moyenne annuelle de 3,20 m — et elles redoublent de violence à partir d'octobre avec la mousson nord-ouest.

La population des Salomon est de race papoue et comprend environ 250 000 personnes. Dans chacune des principales îles vivent une quarantaine de milliers d'individus, les plus petites comme Russel sont habitées par un millier d'indigènes à peine. Dans tout l'archipel, on ne dénombrait avant la guerre que quelques cen-

taines de blancs et de Chinois, les uns administrateurs ou missionnaires, les autres s'occupant de plantations peu étendues ou d'exportations de fruits tropicaux, de bois de santal et de coprah. Les ports ne sont jamais que des mouillages naturels plus ou moins abrités, avec parfois un wharf sur pilotis pour l'accostage de petits caboteurs à voiles ou à moteurs.

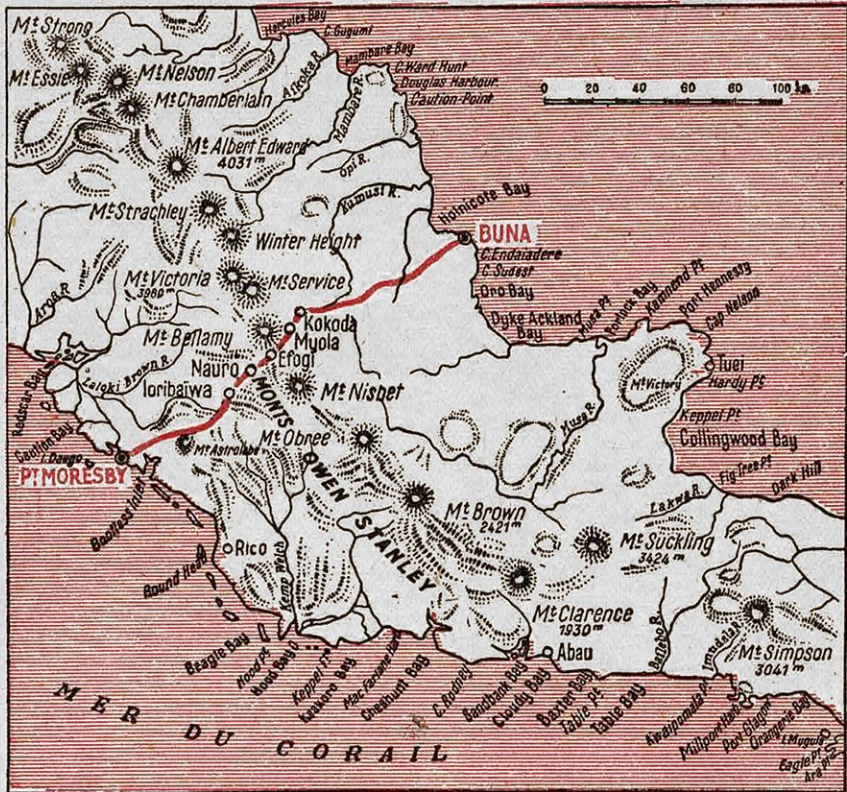
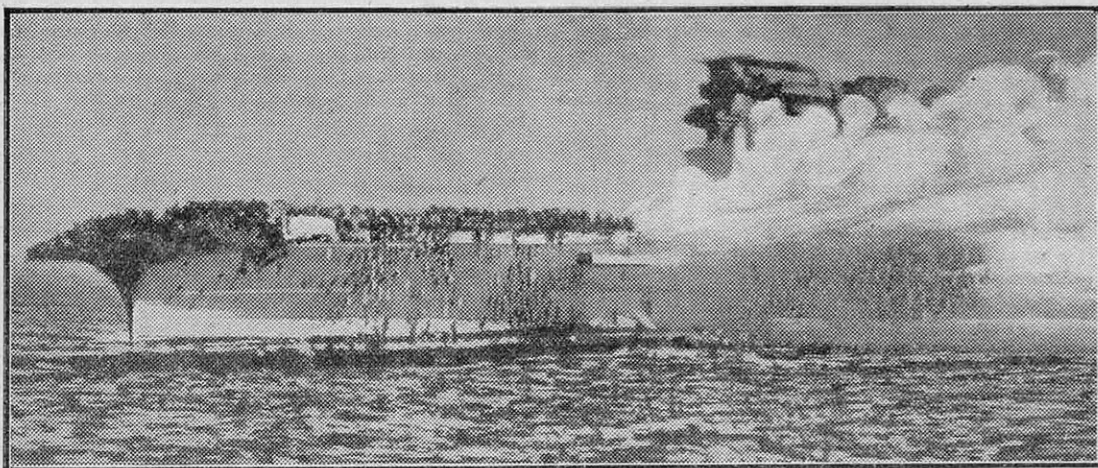


FIG. 2. — LE THÉÂTRE DES OPÉRATIONS EN NOUVELLE-GUINÉE LORS DES OFFENSIVES CONTRE PORT-MORESBY

Opérations amphibies, colonnes légères, bombardements et ravitaillement aériens

La conquête ou la défense de la Nouvelle-Guinée et des Salomon a entraîné une grande extension de ces opérations combinées entre forces aéronavales et formations terrestres que les Anglo-Saxons désignent d'une façon expressive sous le nom d'opérations amphibies, et les opérations du Pacifique Sud paraissent avoir consisté surtout en une succession de coups de main en différents points des côtes, suivis parfois d'une pénétration plus ou moins profonde dans l'arrière-pays. En général, les débarquements sont effectués à l'aide d'unités de flottille (destroyers et chalands automoteurs de débarquement portant les troupes et le matériel) accompagnées d'aviation et opérant par surprise sous la protection plus ou moins rapprochée de croiseurs, parfois, mais plus rarement, d'un détachement de navires de ligne. Les transports proprement dits amenant le gros des troupes et l'approvisionnement n'apparaissent qu'après



T W 40 047

FIG. 3. — LES DERNIERS INSTANTS DU PORTE-AVIONS AMÉRICAIN « LEXINGTON »

Frappé de deux torpilles dans la mer du Corail, le porte-avions de 33 000 t a pris feu et son équipage l'abandonne. Cette unité datait de 1927. Ses machines, d'une puissance de 180 000 ch, lui donnaient une vitesse maximum officielle de 33,2 nœuds. Le Lexington emportait 90 avions et était armé de VIII pièces de 203 mm, XII de 127 mm antiaériennes et de nombreux canons automatiques et mitrailleuses.

l'installation d'une tête de pont et d'une défense antiaérienne convenable.

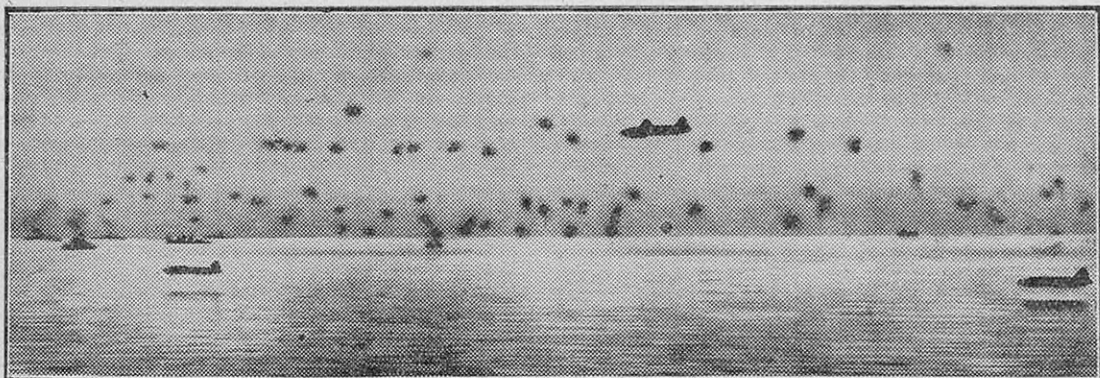
A terre, les opérations présentent le caractère d'une expédition coloniale. Des colonnes légères, faiblement accompagnées d'artillerie démontable de petit calibre, peuvent seules opérer à l'intérieur de ces régions couvertes le plus souvent de forêts et de taillis épais, où le combattant doit recevoir son ravitaillement par mer et, presque toujours, le transporter à dos d'homme, car il n'existe pas de moyens de transport terrestres.

Il n'est pas question de l'intervention de formations blindées ni de puissantes préparations d'artillerie sur le front du Pacifique Sud; aussi l'aviation y joue-t-elle un rôle plus important encore que partout ailleurs. Elle constitue la force de choc indispensable pour disloquer le dispositif adverse, soit en attaquant les navires, soit en remplaçant l'artillerie de gros calibre dans les bombardements de positions, ou en harcelant l'ennemi par le feu de ses petits canons et de ses mitrailleuses dans le cas des colonnes s'infiltrant dans la brousse. La plupart du temps, c'est elle aussi qui ravitaille les troupes engagées dans l'intérieur du pays, qui transporte

les contingents (parachutistes) chargés d'une diversion ou d'un mouvement tournant; c'est elle enfin qui évacue malades et blessés. Ainsi, s'explique l'importance des combats livrés autour des aérodromes.

La campagne de Nouvelle-Guinée

Les opérations du Pacifique Sud ont commencé avant même la conquête de Java et celle des Philippines, car les premiers contingents japonais débarquèrent le 23 janvier 1942 à Rabaul, dans la pointe nord de la Nouvelle-Bretagne et à Kawieng, en Nouvelle-Irlande. Le 11 février, jour de la chute de Singapour, d'autres troupes s'installèrent à Gasmata, sur la côte Sud de la Nouvelle-Bretagne, à 200 kilomètres à peine de la Nouvelle-Guinée. Entre temps, les Japonais avaient aménagé un aérodrome à Rabaul et des attaques aériennes furent lancées contre Tulagi, à toucher l'île de Guadalcanal dès le 13 février et contre Port-Darwin le 19 février. Le 8 mars, la veille de la capitulation de Java, des détachements nippons prenaient pied en Nouvelle-Guinée à Salamaua et Laé et s'emparaient des aérodromes installés



T W 40 048

FIG. 4. — AVIONS JAPONAIS ATTAQUANT LA FLOTTE DE DÉBARQUEMENT AMÉRICAIN DEVANT L'ÎLE DE GUADALCANAL

dans ces deux centres; le même jour Port-Moresby était, pour la première fois, bombardé par air.

La rapidité avec laquelle les Japonais réussirent ces premières opérations à une distance aussi considérable de leurs bases principales, provoqua une émotion considérable en Australie où les journaux imprimèrent qu'il fallait s'attendre à un débarquement sur le continent australien dans un délai maximum de deux à trois semaines... C'est à ce moment que fut créé le Conseil de guerre du Pacifique, que l'on nomma au commandement en chef le général Mac Arthur et, pendant qu'on annonçait l'arrivée de quelques renforts américains, comme première mesure, pour calmer l'opinion publique, le gouvernement de Canberra précipita le retour des deux divisions australiennes envoyées quelques mois plus tôt en Libye et dont il avait provoqué le rappel au début de février.

En avril, les Japonais, ayant amené de nouvelles forces, poursuivirent leur occupation de la côte septentrionale de la Nouvelle-Guinée en s'installant à Madang, Hollandia et Fak Fak; ce dernier point, situé à l'extrémité occidentale de l'île, fut occupé par des contingents venus d'Amboine. Ils tentèrent ensuite une première poussée contre Port-Moresby et, le 6 mai, une colonne quitta Salamaua et s'engagea dans la vallée de Markham, poussant vers l'intérieur. Elle n'alla pas loin; arrêtée par les difficultés naturelles du pays à une cinquantaine de kilomètres seulement de son point de départ, elle dut abandonner sa marche en avant et rebrousser chemin.

Les Japonais cherchèrent alors une autre base de départ et s'occupèrent d'équiper convenablement les troupes destinées à opérer dans des régions aussi difficiles. Deux mois plus tard, ils arrivèrent devant Buna (22 juillet) et y débarquèrent. Quinze mille hommes environ, placés sous le commandement du général Horli, s'enfoncèrent aussitôt dans l'intérieur; ils avaient à franchir 200 kilomètres. Les premiers kilomètres furent parcourus sans grande difficulté en suivant une mauvaise piste, puis le terrain devint difficile, il fallait tout transporter à dos d'homme ou d'animal, franchir des torrents sur de mauvais ponts de lianes, s'élever graduellement jusqu'à 2 000 mètres de hauteur. Quand les Japonais arrivèrent devant Kokoda, le 30 juillet, ils avaient franchi 60 kilomètres seulement! Là, on rencontra la première résistance des forces terrestres australiennes placées sous le commandement

du brigadier général Rowell; elle fut opiniâtre et le général Horli ne réussit à s'emparer de Kokoda et de son aérodrome que le 4 août.

A cette époque, les Japonais occupèrent, dans la mer Arafura, pour compléter le cordon de leurs avant-postes autour de l'Australie, les îles néerlandaises de Kei, Aru (ou Aroé) et Tanimbar entre la Nouvelle-Guinée et Timor où ils étaient installés depuis février et où ils avaient aussitôt agrandi les aérodromes de Koepang (Timor néerlandais) et Dilli (Timor portugais).

Leur difficile pénétration jusqu'à Kokoda avait

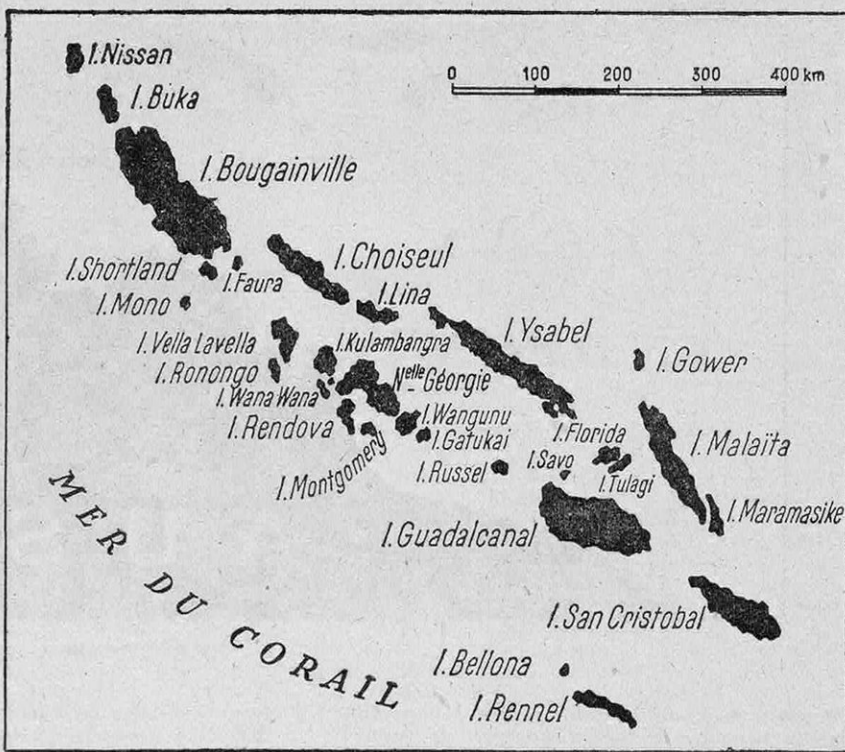


FIG. 5. — L'ARCHIPEL DES ILES SALOMON

montré aux Nippons la nécessité de monter plus soigneusement encore leur offensive contre Port-Moresby; ils n'ignoraient pas qu'ils allaient avoir à franchir 100 kilomètres d'un terrain de montagne plus tourmenté que celui qu'ils venaient de parcourir avant de pouvoir déboucher au pied des derniers contreforts des monts Owen Stanley, à une quarantaine de kilomètres seulement de leur objectif. Ils décidèrent donc d'attaquer Port-Moresby de deux côtés et, pendant que le groupe Horli se reformait à Kokoda, un second détachement débarqua le 27 août à Milna, à l'extrémité orientale de la Nouvelle-Guinée, dans l'intention d'y lancer une seconde offensive terrestre contre Port-Moresby. Malheureusement pour les Nippons, les Australo-Américains commençaient à récolter le fruit de leurs efforts et de leurs peines pour renforcer leur défense sur le front du Pacifique Sud; les Japonais se heurtèrent à Milna à une sérieuse résistance et, s'ils réussirent à y occuper un étroit promontoire, ils ne purent aller plus loin. Les Japonais firent alors, et cette fois encore sans succès, un nouvel effort au départ de Salamaua.

Les combats reprirent devant Kokoda le



FIG. 6. — CARTE D'ENSEMBLE DE LA MÉLANÉSIE, THÉÂTRE DES APRES

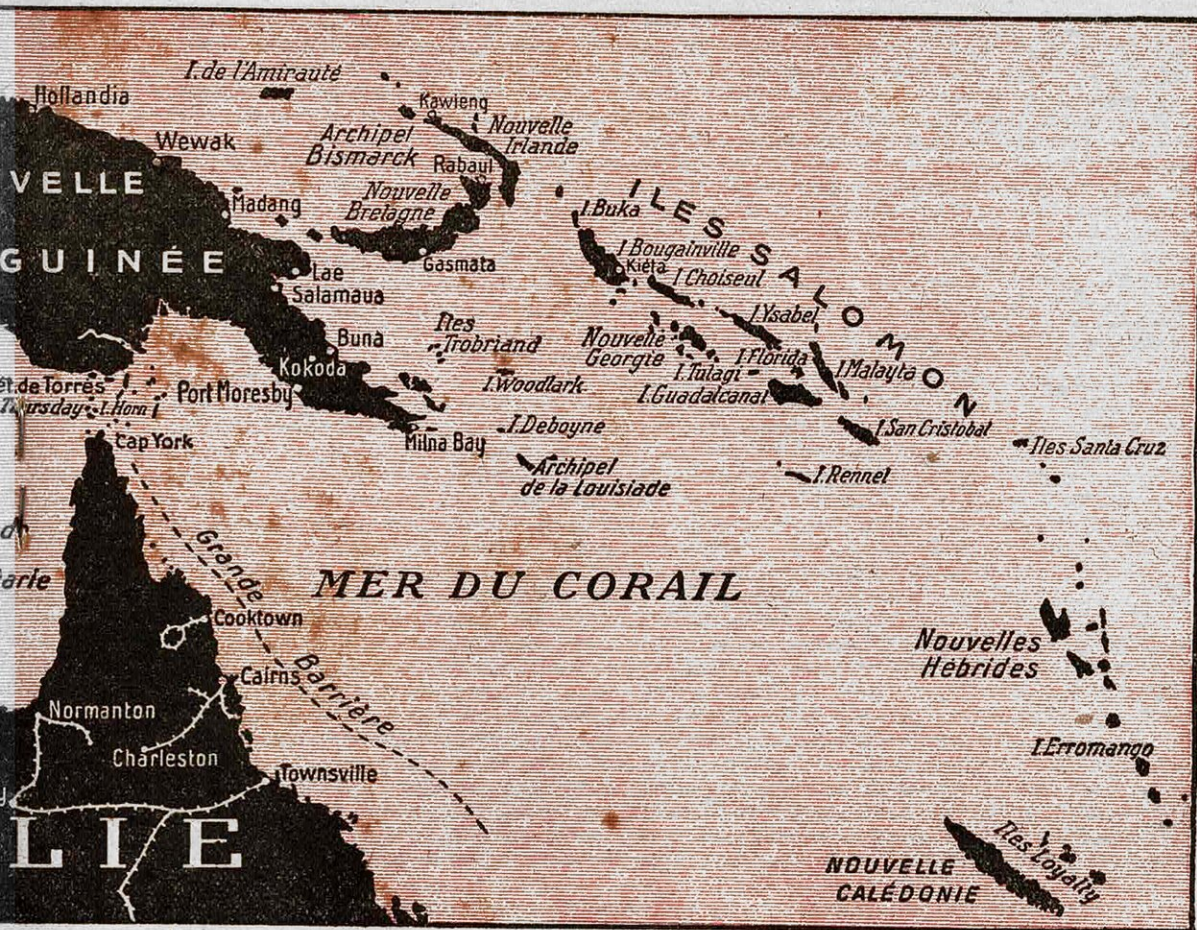
1^{er} septembre. Avancant de nuit et procédant par infiltration, de petits groupes de Japonais parvinrent à encercler quelques-uns des détachements australiens qui leur étaient opposés, les forçant à battre en retraite ou à capituler : la position de Myola, attaquée de front, fut enlevée malgré les efforts de ses défenseurs. Le 11 septembre, la première ligne de résistance australienne dans les monts Owen Stanley était tournée et occupée, un autre centre de résistance, Menari, conquis, et bientôt les Japonais attaquèrent la ligne des monts Iorabaiwa, la dernière à protéger Port-Moresby distant seulement de 50 kilomètres. Le 25 septembre, pourtant, leur progression cessa ; depuis quinze jours, l'aviation australienne ne cessait de harceler leurs arrières, d'attaquer les convois de ravitaillement cheminant lentement dans la brousse et d'empêcher l'arrivée des renforts (en hommes et en munitions) indispensables pour poursuivre l'offensive. Devant les Japonais épuisés par la malaria et la dysenterie, décimés par le typhus et de furieux corps à corps à l'arme blanche, s'alignaient des troupes fraîches, sans cesse renforcées. Lentement, la retraite commença. Le 3 octobre, Menari était perdu ; le 3 novembre, c'était au tour de Kokoda et le 9, les troupes australo-américaines poursuivaient leur marche vers Buna. Au début de décembre, les Nippons ne tenaient plus qu'une étroite bande littorale

autour de Buna qu'ils évacuaient le 14.

Pendant près de six mois, les opérations en Nouvelle-Guinée marquèrent alors un temps d'arrêt troublé seulement par les raids aériens auxquels se livrèrent les escadrilles des deux partis. Les combats recommencèrent au printemps. Les Américains, décidés à reconquérir la Nouvelle-Guinée en totalité, lancèrent une puissante offensive contre Laé et Salamaua. Leurs troupes, débarquées dans la baie de Nassau, malgré de lourdes pertes causées par une violente réaction aéronavale ennemie, ou transportées à l'intérieur par avions, attaquèrent en avril 1943 ces deux points puissamment défendus. Salamaua et Laé sont tombés après une vigoureuse résistance (mi-septembre 1943) et les Japonais ne disposent plus comme position sérieuse en Nouvelle-Guinée que de l'aérodrome de Wewak aménagé sur la côte septentrionale à l'ouest de Madang.

Les trois batailles des Salomon

Pendant que se déroulait la campagne de Nouvelle-Guinée, d'autres durs combats ont mis aux prises Japonais et Américains dans l'archipel des Salomon, où les premiers débarquements nippons eurent lieu le 2 mars 1942 dans l'île Buka, et, le 6 avril, à Kiéta, dans Bougainville, la plus grande île de l'archipel.



LES COMBATS POUR L'ATTAQUE ET LA DÉFENSE DU CONTINENT AUSTRALIEN

Devant cette poussée de leurs adversaires vers le Sud, les Américains, anxieux avant tout pour la sécurité de leurs lignes de communications, réagirent en occupant la Nouvelle-Calédonie (25 avril) où ils appréhendaient une installation japonaise, puis, ils envoyèrent à la découverte plusieurs formations légères aéronavales, commandées par l'amiral Fletcher, avec ordre de s'opposer par tous les moyens à une avance de l'ennemi.

Le contact fut pris quelques jours plus tard et une série d'engagements se produisit alors, que l'on connaît sous le nom de bataille de la mer du Corail. Surprise le 4 mai, en train de débarquer des troupes dans l'île de Florida, une petite force navale japonaise subit des pertes; mais, les 7 et 8 mai, une grosse formation américaine comprenant des porte-avions, des croiseurs et des bâtiments légers fut, à son tour, sérieusement atteinte dans les parages de la Louisiade. Indépendamment de plusieurs transports, les Japonais ont reconnu avoir perdu le porte-avions *Zuikaku* (10 000 t), un torpilleur, le *Hato*; les Etats-Unis, de leur côté, admettent la destruction du porte-avions *Lexington* (33 000 t), incendié après avoir été atteint par deux torpilles, du destroyer neuf *Sims* et d'un grand pétrolier d'escadre, le *Neosho*. D'autres bâtiments furent endommagés de part et d'autre, et on estime que plus de cinq cents avions prirent part à ces engagements.

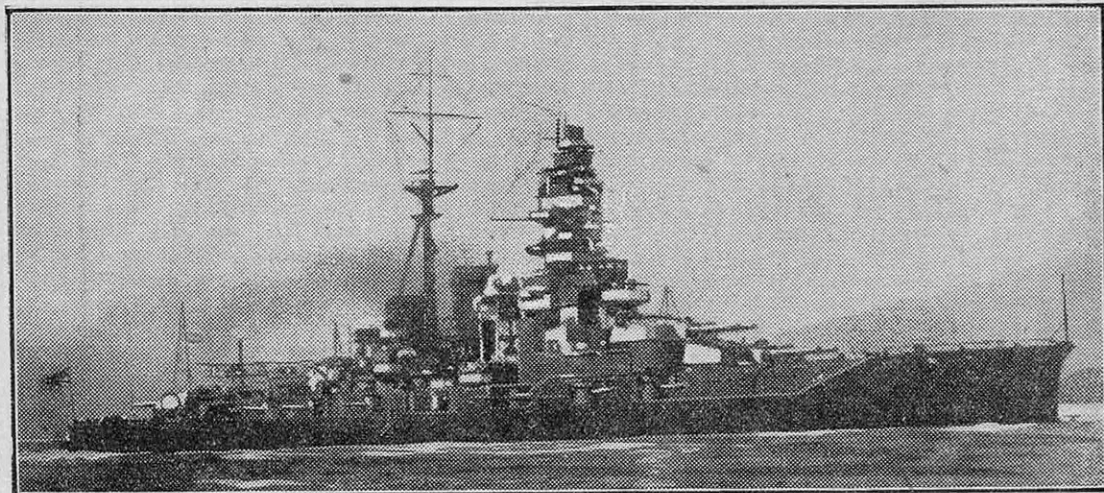
L'occupation de Tulagi, capitale des Salomon, ne fut retardée que de quelques jours par ces événements. Les Japonais s'y installèrent le 2 juin. Tulagi, que les adversaires se sont disputé avec acharnement, ne mesure, pourtant, que 3 kilomètres et demi de longueur mais sa côte Nord forme, avec l'île Florida, sa très proche voisine, une baie abritée qui est un des meilleurs mouillages des Salomon. De même qu'en Nouvelle-Guinée, le mois d'août 1942 vit les premières réactions sérieuses des Australo-Américains pour arracher aux Japonais les positions dont ils venaient de s'emparer aux Salomon. D'importants détachements, évalués par le porte-parole de Tokio à 10 000 hommes, furent jetés sur les plages de Tulagi, Guadalcanal, Florida et Gavutu sous la protection de l'aviation et des forces navales afin de s'emparer des aérodromes que les Japonais aménageaient hâtivement. A deux reprises, dans les premiers jours d'août et au milieu de ce même mois, ces dernières se heurtèrent aux escadres nippones (première et deuxième bataille des Salomon). Au cours de la première d'entre elles, ou bataille de l'île Savo, les Australo-Américains furent particulièrement éprouvés dans un violent combat de nuit. Du pris au mouillage par une puissante formation de grands croiseurs japonais, ils perdirent, en quelques minutes, le croiseur australien *Canberra* et trois croiseurs américains, les *Quincy*,

Vincennes et Astoria de 10 000 tonnes (VIII ou IX canons de 203 mm), dont les deux premiers furent détruits au canon le 9 août au cours du même engagement que le *Canberra*, tandis que l'*Astoria* disparut seulement le lendemain après avoir été gravement endommagé et avoir brûlé toute une nuit.

A cette date, les Japonais avaient à peu près conquis la totalité de l'archipel des Salomon. Pendant huit mois, la lutte se fixa autour de Guadalcanal, jusqu'au jour — 7 février 1943 — où les Américains furent complètement maîtres de l'île après une dure campagne qui leur coûta 25 000 hommes, 230 avions, 30 canons, 25 chars, tandis que leurs adversaires perdaient, d'après

1 500 mètres au-dessus de la mer; Rendova, d'une forme plus tourmentée et allongée, abrite la côte ouest et s'étend au large de Munda.

Malgré les difficultés rencontrées, les Américains réussirent à occuper, sur la côte nord de la Nouvelle-Géorgie, les baies de Rakata et de Vaholi; ils s'emparèrent ensuite de Viru, port naturel situé au sud de l'île, et c'est de cette position qu'ils préparèrent leur attaque décisive contre Munda. Après la prise de cet aérodrome, les Japonais retirèrent le gros de leurs forces à Vila, dans Kolombangara, mais réussirent à conserver les contreforts nord de la Nouvelle-Géorgie. Depuis, les Américains ont débarqué dans Vela Lavella.



T W 40 050

FIG. 7. — UN CUIRASSÉ JAPONAIS DE LA CLASSE « KONGO » (29 300 T)

La classe Kongo comporte 4 bâtiments : Kongo, Hiei, Haruna et Kirisuna. Ils datent de 1912-1913, mais ont été complètement transformés entre 1934 et 1937. Ils portent VIII pièces de 356 mm, XVI pièces de 152 mm et VIII pièces de 127 mm antiaériennes, 4 tubes lance-torpilles, une catapulte et 3 avions.

les chiffres donnés par Tokio : 16 734 hommes et 139 avions. Aussitôt après, ils entreprirent de reprendre possession des autres îles occupées par les Japonais et c'est à cette lente conquête que nous assistons.

En raison du moindre éloignement de l'Australie, il est plus facile pour les Australo-Américains que pour les Japonais de renforcer leurs troupes, et le général Mac Arthur a, sans nul doute, obtenu, dans la presque totalité des cas, une supériorité d'effectifs.

L'importance militaire de la Nouvelle-Géorgie résulte de sa position centrale dans l'archipel et surtout de l'existence à Munda, dans cette île, du meilleur aérodrome des Salomon. La Nouvelle-Géorgie constitue, en réalité, un véritable archipel dans celui des Salomon. Elle est étroitement flanquée par les îles ou îlots de Vela Lavella, Kolombangara, Wana Wana, Rendova, Montgomery, Wangunu et Gatukai parmi lesquels Kolombangara et Rendova ont occupé la grande vedette dans les communiqués des belligérants au cours des dernières semaines de l'été. Au Nord et à l'Est, la côte de la Nouvelle-Géorgie est montagneuse, abrupte et bordée par des récifs corallifères qui en rendent l'approche très difficile. La côte sud est moins escarpée et plus abordable. Kolombangara, qui prolonge au Nord-Ouest la Nouvelle-Géorgie, n'est qu'un cône volcanique émergeant de

Les événements les plus marquants depuis les premiers combats de Guadalcanal (août 1942) ont été une série de violents engagements navals ou aéronavals, chaque fois que l'un des deux partis a voulu intercepter un convoi de renforts ennemis. Les forces de protection sont venues au contact à plusieurs reprises et, au cours de ces accrochages, des pertes sensibles ont été enregistrées des deux côtés.

Après la « troisième bataille des Salomon », livrée dans les parages de Guadalcanal, du 12 au 14 novembre 1942, Tokio a reconnu officiellement la perte d'un navire de ligne du type Kongo (29 500 tonnes, 26 nœuds, VIII canons de 356 mm), d'un croiseur léger et de trois destroyers. Ces pertes s'ajoutaient à celles de deux autres croiseurs, de deux destroyers et de trois sous-marins disparus dans les mêmes parages au cours des trois mois précédents. En outre, un navire de ligne, deux porte-avions, un croiseur léger et plusieurs destroyers ont été gravement endommagés. Les pertes américaines ne furent pas moins sérieuses et l'Amirauté de Washington a reconnu la destruction du 12 au 14 novembre des deux croiseurs antiavions neufs, *Atlanta* et *Juneau* (6 000 tonnes, XVI canons de 127 mm AA), de sept destroyers, les *Cushing*, *Preston*, *Walke*, *Moonsen*, *Laffey*, *Barton* et *Benham*, ainsi que celle de plusieurs transports. Au cours des trois mois précédents,

les destroyers *Blue*, *Jarvis*, *Little*, *Colhoun*, *Gregory*, *O'Brien*, *Meredith*, *Porter*, *Duncan* avaient également coulé, ainsi que les porte-avions neufs *Wasp* (14700 t), frappé par trois torpilles d'un sous-marin, le 15 septembre, et *Hornet* (20000 t) anéanti à coups de bombes et de torpilles d'avions le 26 octobre dans un furieux engagement aéronaval, appelé par les Japonais « bataille des îles Santa Cruz », au cours duquel ces derniers manquèrent perdre deux porte-avions.

D'autres combats ont eu lieu depuis cette époque, les 30 novembre et 1^{er} décembre 1942 (bataille nocturne de la Lunga), le 29 janvier 1943 (bataille des îles Rennel), en avril (batailles de Florida et d'Ysabel), en juillet dernier (à Rendova et bataille nocturne au large de Kolombangara). Trop peu de détails ont été donnés sur ces engagements pour qu'on puisse retracer leur physionomie avec exactitude. On sait, cependant, qu'à la Lunga, une escadrille de huit destroyers japonais attaqua de nuit une division de croiseurs américains et réussit à en couler un. A la bataille

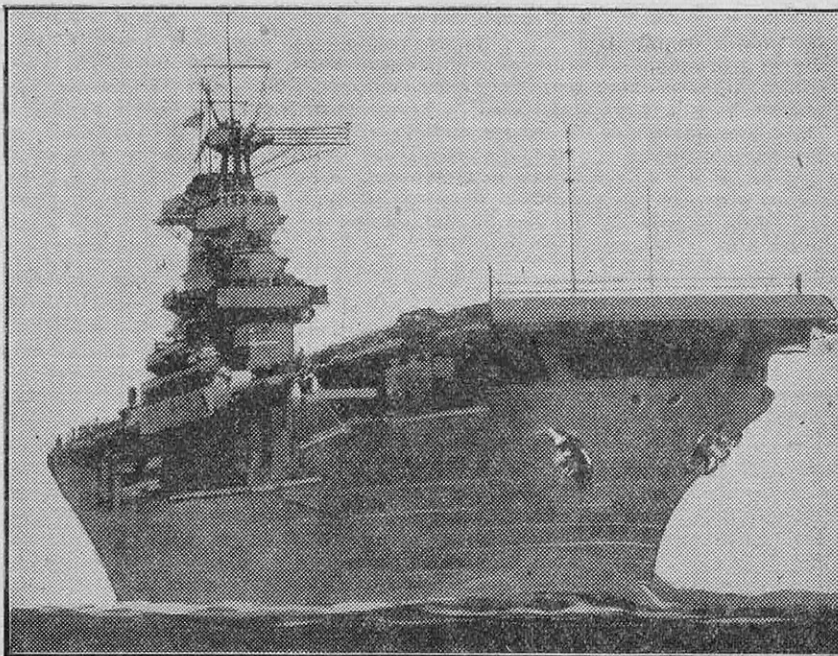


FIG. 9. — LE PORTE-AVIONS AMÉRICAIN « WASP » DE 14 700 T FUT TORPILLÉ PAR UN SOUS-MARIN JAPONAIS

La construction de cette unité, terminée en 1939, n'avait pas coûté moins de 21 millions de dollars. Le « Wasp » emportait 84 avions. Il était armé de VIII pièces de 127 mm antiaériennes et de nombreux canons automatiques sur affûts multiples.

des îles Rennel, les forces engagées par les Japonais comprenaient exclusivement de l'aviation.

Pertes et effectifs

Les pertes ne peuvent être données avec précision. En juin 1943 pourtant, l'amiral Shimada a déclaré à la Diète que la marine japonaise avait

définitivement perdu depuis le début des hostilités un navire de ligne, trois porte-avions, trois croiseurs légers, vingt destroyers, onze sous-marins (non compris les huit petits sous-marins coulés à Pearl-Harbor et à Sydney) et treize autres navires de guerre (cannonnières, dragueurs et mouilleurs de mines, etc.), soit cinquante et une unités auxquelles il faut ajouter deux autres destroyers dont la perte a été reconnue depuis. D'autre part, un porte-parole de la marine nippone a indiqué, en avril 1943, dans un communiqué relatif à la bataille de Florida, que les Japonais avaient eu, depuis le début de la conquête des Salomon, vingt et un navires

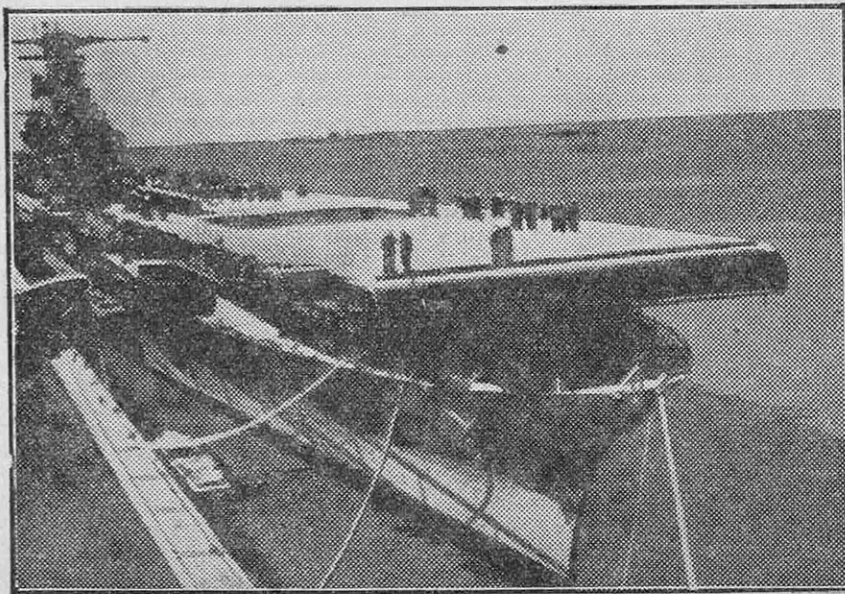


FIG. 8. — LE PORTE-AVIONS AMÉRICAIN DE 20 000 T « HORNET »

Lancé en octobre 1941 et mis en service en 1942, cette unité devait disparaître le 26 octobre de la même année dans la bataille des Iles Santa-Cruz.

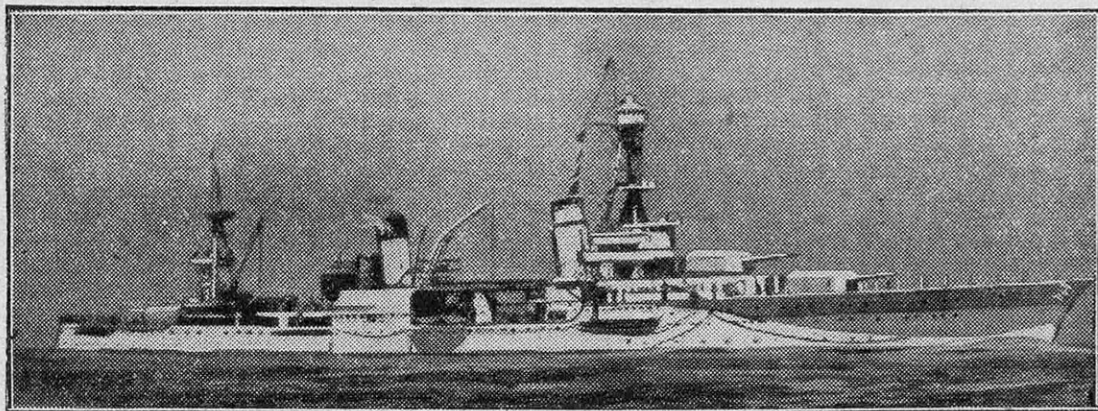
T W 40 051

de guerre coulés dans ces parages, trente-cinq autres gravement endommagés, quinze transports coulés, dix-sept endommagés et près de cinq cents avions détruits. La comparaison de ces deux déclarations permet de se rendre compte de l'importance attribuée par les Japonais à cette campagne, car il est évident que la majorité de leurs pertes sérieuses ont été subies dans ces parages.

Depuis la « troisième bataille des Salomon » (novembre 1942), la flotte des Etats-Unis a été amputée des grands croiseurs de 10 000 tonnes *Northampton* (torpillé à la bataille nocturne de la Lunga), *Chicago* (coulé par bombes à la bataille des îles Rennell), *Helena* (golfe de Kula en juillet 1943), de plusieurs destroyers neufs

peuvent s'expliquer les différences entre les pertes annoncées par un des partis et celles reconnues par son adversaire.

L'importance de ces pertes témoigne que des forces considérables ont été mises en action sur le théâtre du Pacifique Sud. A terre, pourtant, il est douteux que de très gros contingents se soient heurtés. On ignore naturellement les effectifs engagés par les belligérants tant en Nouvelle-Guinée qu'aux Salomon. Au début de l'été 1943, les Australo-Américains auraient eu, selon certaines informations, cent trente mille hommes, mais ces troupes étaient dispersées entre de nombreuses positions et il est bien improbable qu'à aucun moment chacun des



T W 40 053

FIG. 10. — LE CROISIER Lourd AMÉRICAIN « NORTHAMPTON » DE 10 000 T QUI FUT TORPILLÉ LORS D'UNE RENCONTRE NOCTURNE AUX ILES SALOMON

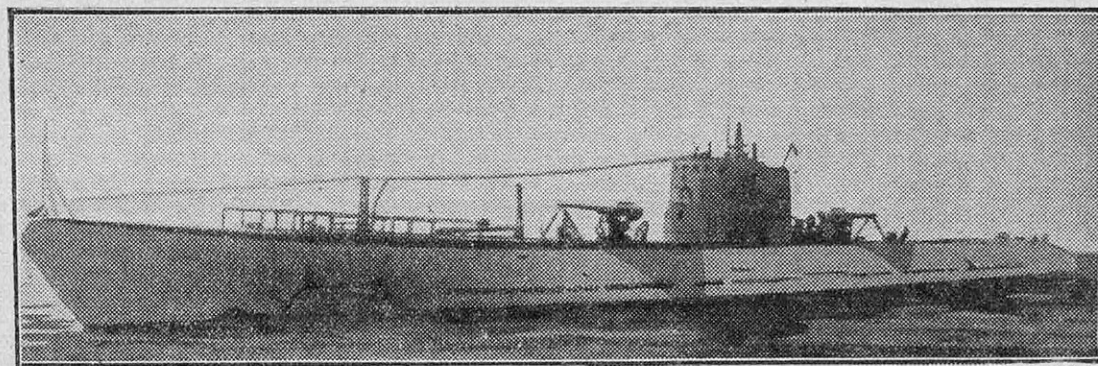
Cette unité était armée de IX canons de 203 mm et IV de 127, mm AA, 4 avions et 2 catapultes

parmi lesquels les *De Haven* (janvier 1943), *Aaron Ward* (avril 1943), *Strong* et *Gwin* (juillet 1943), des grands transports *President Coolidge* (décembre 1942) et *Mac Cawley* (juillet 1943), *Henley* et *Chevalier* (septembre 1943), ainsi que des sous-marins *Argonaut*, *Grampus*, *Amberjack* et *Triton*. Il est également certain que plusieurs autres unités ont été touchées gravement; quelques-unes même ont probablement coulé en eau peu profonde lors d'attaques contre des formations au mouillage, mais leur perte n'est pas admise officiellement tant que subsiste un espoir de renflouement. Ainsi

adversaires ait eu beaucoup plus de vingt mille hommes en action sur un point déterminé.

Le climat et l'acharnement de la lutte ont, cependant, entraîné de très sérieuses pertes en vies humaines des deux côtés et on ne peut qu'admirer la valeur des troupes — qu'elles soient jaunes ou blanches — qui, depuis bientôt deux ans, s'affrontent avec tant de courage dans ces régions difficiles et que ne récompense, dans le cas d'un succès, qu'une lente conquête de territoires.

François COURTIN.



T W 40060

FIG. 11. — LE SOUS-MARIN AMÉRICAIN « ARGONAUT », PERDU AUX ILES SALOMON

Ce sous-marin, du type mouilleurs de mines (60 mines embarquées), déplaçait 2 710 t en surface et 4 080 en plongée. Sa vitesse était respectivement de 14,6 et 8 nœuds. Il était armé de II pièces de 152 mm, IV tubes lance-torpilles de 533 mm et emportait un avion.

COMMENT UN DESSIN ANIMÉ EST CONÇU ET RÉALISÉ

par Pierre BRARD
Cinéaste diplômé E. T. C.

Le dessin animé n'a de commun avec le spectacle filmé courant que la pellicule simple support des images et des sons. Alors que la photographie animée n'est qu'une interprétation artistique de la réalité, le dessin animé est vraiment une création « totale », épuisant toutes les possibilités imaginatives et poétiques dans la matérialisation d'un rêve, enchanté ou absurde. Sa conception s'écarte ainsi résolument de l'imitation de la nature, et son exécution exige la collaboration intime d'une équipe homogène où chacun apporte non seulement sa maîtrise technique, mais aussi ses ressources d'imagination. Perfection du synchronisme des images et du son, animation rationnelle des personnages, choix des couleurs en fonction des sensibilités des émulsions, mise en scène et prise de vues minutieusement réglées et réalisées à l'aide d'un matériel (tables et cameras automatiques) sans cesse perfectionné, concourent aux productions remarquables qu'il nous est donné d'admirer aujourd'hui!

L'art du dessin animé

LE dessin animé est d'invention française. Que ce soit celui de Walt Disney en Amérique, de Grimault ou de Floris en France, il est l'héritier direct des films d'Emile Cohl qui, en 1907, sortait le premier une bande dont le titre, « Fantasmagorie », était tout un programme et déterminait déjà à cette époque tout l'avenir du dessin animé. Evidemment, le graphisme de Cohl était rudimentaire, les moyens techniques extrêmement limités, mais déjà l'« esprit dessin animé » et la technique générale étaient établis. Tout ce que le cinéma — photographie animée d'objets réels — ne peut créer ni suggérer, existait déjà dans les dessins de Cohl : les obélisques de pierre se penchant pour mieux pleurer, les poules pondant des réveille-matin, des pianos riant de toutes leurs dents et mordant au besoin les musiciens qui les assaillent, etc...

C'est précisément pour avoir voulu ignorer cet esprit dessin-animé que les entreprises européennes ont échoué chaque fois qu'elles ont copié fidèlement l'aspect des personnages humains ainsi que leurs mou-

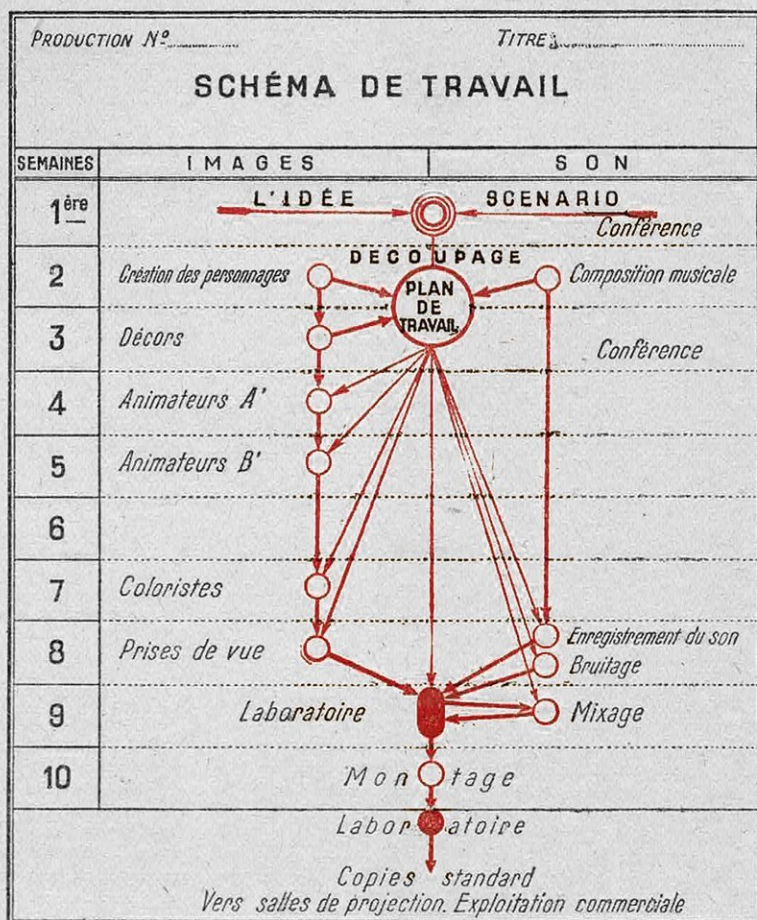


FIG. 1. — SCHÉMA DE TRAVAIL POUR LA RÉALISATION D'UNE BANDE DE DESSIN ANIMÉ

vements réels, confondant les recherches expérimentales de la chronophotographie — science exacte — avec la réinvention artistique et fantaisiste de la vie.

Telle n'a pas été l'erreur des Américains qui, dignes successeurs de Cohl, ont tout de suite compris que ces films ne doivent nullement être une copie de la nature, mais une déformation plaisante de celle-ci : ils doivent toujours être empreints d'irréel, d'humour et de poésie. Schématique et synthétique, tel doit être le dessin animé, qui n'est en quelque sorte qu'un idéogramme auquel le cinéma prête le mouvement, la couleur et la musique.

Tous les personnages et sujets ne présentent donc pas le même attrait pour ce genre de films. La technique impose en outre, pour la construction même du personnage, des règles dont il est difficile de s'écarter. En effet, un personnage de dessin animé doit toujours être très simple de « ligne », de manière à éviter une trop grande complication dans l'animation. Ceci entraîne une modification du rapport des proportions entre les éléments du personnage : ainsi la tête est toujours très grosse par rapport au corps, et les yeux immenses de manière à rendre, par un minimum de lignes, le maximum d'expression. Corollaire immédiat : le personnage est toujours sympathique, même dans le grotesque, car les proportions de personnages « adultes » deviennent celles d'un enfant. Autre détail : les mains n'ont que trois ou quatre doigts afin d'éviter la confusion des lignes; de plus, le grossissement des doigts facilite la compréhension des gestes.

Notons par ailleurs une autre obligation : l'arrondissement des formes, sans tomber dans la mollesse. Les nez pointus, les dents de scie sont les ennemis de l'animation. Cette obli-

gation de traiter les lignes avec des courbes entraîne évidemment une impression de ressemblance et une atténuation de la personnalité des personnages, donc de leurs créateurs mêmes. Ainsi des personnages humains non caricaturaux, tels que Blanche-Neige, le Prince Charmant et autres nous paraissent moins inté-

ressants que les personnages humains caricaturaux ou les animaux. La raison en est qu'il est dans ce cas très difficile de leur donner une personnalité nettement définie. Par contre, si nous considérons un personnage humain aux proportions nettement outrées et cependant charmantes — nous voulons parler de Betty-Boop de Fleischer — nous voyons que c'est par l'exagération de certaines proportions — les pieds minuscules, par exemple — que le créateur est arrivé à condenser au maximum l'impression de féminité, à tel point que cette caractéristique l'a fait frapper d'interdit aux Etats-Unis.

La technique du dessin animé : le travail préparatoire

La réussite d'un film de dessin animé est avant tout la réussite de l'esprit d'équipe. Si

l'idée initiale du film est due à une individualité bien déterminée qui a « pensé » le *synopsis* (idée élémentaire dramatique qui est le fil conducteur du scénario), par contre, la plupart des liaisons de scène à scène, de séquence à séquence, sont des « gags » imaginés souvent par les divers collaborateurs adjoints à la production : dessinateurs, compositeur de musique, opérateur ou intervalistes.

Voilà pourquoi tous les collaborateurs sont tout d'abord réunis en une longue conférence au cours de laquelle le créateur expose l'idée générale du film. En même temps, s'il est aussi le créateur des personnages, il les fait connaître

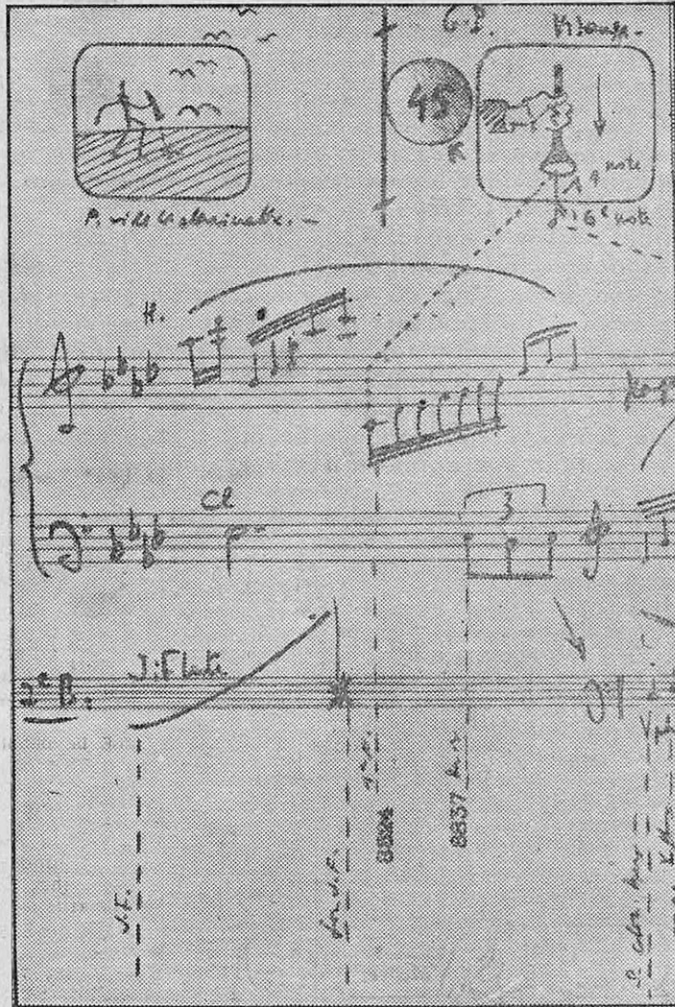


FIG. 2. — SYNCHRONISATION DU SON ET DES IMAGES DANS UN DESSIN ANIMÉ

Le « tempo-piano » réalisé par le compositeur de musique comporte un repérage des images par rapport aux notes et aux mesures. Les numéros en caractères de machine indiquent les numéros d'ordre des images à cinématographier.

par quelques croquis aux dessinateurs, aux animateurs et aux gouacheurs qui, par la suite, donneront la vie à ces croquis immobiles.

C'est à la suite de cette conférence que le compositeur de musique, synthétisant l'ambiance du film, imagine le thème général de la partition qui rythmera l'œuvre graphique.

Les décorateurs, à leur tour, conçoivent les décors. L'opérateur de prise de vues imagine l'ambiance photographique de chaque scène, prévoit telle ou telle difficulté pratique et en fait part au créateur qui modifie éventuellement tel ou tel détail.

Lorsque tous les collaborateurs ont déterminé les grandes lignes du film, que les personnages ont été créés, que l'action dramatique est nettement définie et émaillée des gags imaginés par les uns et par les autres, le créateur remet au compositeur de musique le scénario développé. Nanti de ce document, ce dernier compose alors pour le piano le thème musical de tout le film, de la première scène jusqu'à la dernière. C'est sur ce *tempo-piano* que le réalisateur du film va maintenant travailler avec une grande précision. En effet, afin d'assurer un synchronisme parfait entre la musique et les mouvements, ces derniers sont calqués sur les sons et non pas l'inverse. Pour ce faire, la partition elle-même est illustrée de



FIG. 4. — MAQUETTE DE PERSONNAGE DE DESSIN ANIMÉ DE MARCEL FLORIS : LE RENARD, POUR LE FILM « LE CORBEAU ET LE RENARD »

croquis très simples représentant les mouvements principaux, parfois générateurs de bruits

divers. Ces croquis indiquent le synchronisme entre le début de la fin de tel ou tel mouvement et une note ou une mesure donnée (fig. 2).

Par ailleurs, le réalisateur, partition exactement minutée en main, procède au *découpage du film*, c'est-à-dire qu'il détermine la durée des scènes, des séquences, l'ampleur des mouvements, leur vitesse, etc...

Après ce travail préliminaire, purement intellectuel, résultat de la conférence du début, commence le travail matériel et graphique.

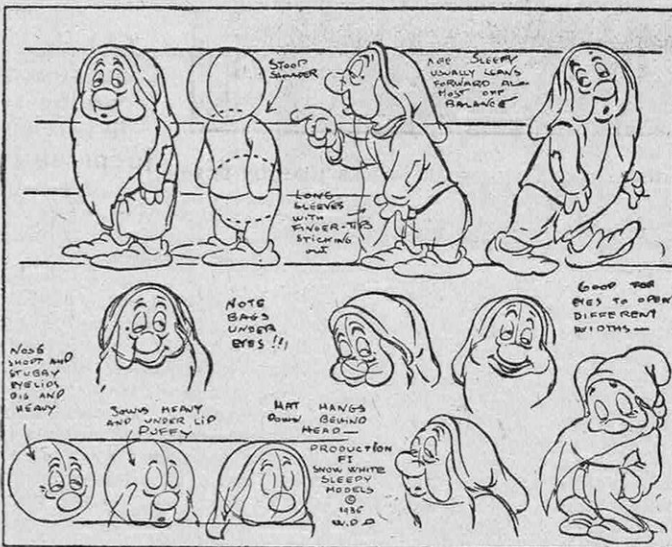


FIG. 3. — CROQUIS DE CRÉATION DE PERSONNAGES DE WALT DISNEY AVEC ANNOTATIONS MANUSCRITES DU CRÉATEUR

Les collaborateurs de création

Le réalisateur du film, auteur du *synopsis*, souvent rédacteur du scénario définitif après conférence avec ses collaborateurs, et enfin auteur du découpage avec la collaboration nécessaire du compositeur de musique, est aussi généralement le *créateur des principaux personnages*. C'est ainsi que Walt Disney dessine lui-même ses personnages, détermine avec minutie leurs caractères

particuliers et les uns par rapport aux autres (fig. 3).

Autre collaborateur immédiat, le **maquettiste** reproduit les croquis du créateur en « volume » en même temps qu'il les décore, les peint, etc...

Entendons-nous bien, ces maquettes en volume ne seront pas cinématographiées; là encore le personnage en maquette n'est qu'une étude; il permettra par la suite au créateur et à ses dessinateurs de se rendre compte rapidement des attitudes en perspective des personnages, qu'ils soient vus de dos, de face, de côté, etc... (fig. 4).

Le **décorateur** a la tâche de confectionner les décors, généralement « plans », sur lesquels évolueront les personnages dessinés. Quelquefois, afin de donner plus de profondeur à la scène, afin de faire jouer des effets perspectifs puissants et de profiter de l'effet de pseudo-relief produit par des ombres réelles et non pas dessinées au lavis, le dernier décor ou « décor de fond » est véritablement en relief, ou plus simplement en bas-relief.

Enfin, les **animateurs** ont pour rôle de donner la vie aux personnages figés que leur soumettent le réalisateur et le maquettiste. Ils déterminent les attitudes principales des personnages dans l'action d'une scène. Ils fixent aussi (en tenant rigoureusement compte du *tempo-piano*) la durée de chaque mouvement, ainsi que sa vitesse, dont résultera le nombre de dessins intermédiaires à intercaler entre les attitudes principales. En outre assistés du réalisateur, ils collaborent à la mise en scène du film.

La mise en scène

La mise en scène du dessin animé est, contrairement à celle du cinéma normal, antérieure à la prise de vues et n'a pas lieu en même temps qu'elle. Elle consiste, entre autres, pour le réalisateur, à déterminer les « champs » de prises de vues, la durée des panoramiques et des travellings, l'entrée et la sortie du champ

des divers personnages; tout ceci identiquement à ce qui se passerait si l'on avait affaire à des personnages en chair et en os. Mais le problème se complique du fait qu'il faut prévoir d'une manière toute théorique les mouvements des per-

sonnages dessinés avec les attitudes et les caractères propres à chacun d'eux et par rapport au décor immobile.

On sait que, dans le dessin animé, le décor de fond est généralement dessiné sur un papier opaque. Les personnages par contre, ainsi que les parties de décors qui participent aux mouvements de l'action et tous les objets animés sont dessinés sur des feuilles de rodhialine transparentes. Du côté face sont dessinés les contours du personnage (à l'encre de Chine), au verso se trouve appliquée la gouache qui rend opaques les parties de personnages limitées par les traits d'encre de Chine (figure 5). La superposition des « cels » ainsi obtenus sur le décor opaque donne l'ensemble de la scène représentée. Par les changements successifs des cels représentant des éléments de mouvements des personnages ou du décor, on créera à la prise de vues l'illusion de la vie.

Un mouvement de vitesse normale, d'une durée de 1 seconde, est représenté par vingt-quatre dessins. Le film cinématographique comportent cinquante-deux images par mètre, on voit qu'une bande normale de dessin animé de dix minutes représente un nombre respectable de dessins.

Les mouvements accélérés sont évidemment représentés par un nombre plus restreint de dessins (quatre à six pour un mouvement rapide). Inversement, la représentation des mouvements

lents exige parfois plus de cent images.

Pour effectuer la mise en scène, le réalisateur s'installe devant un pupitre spécial comportant un cadre limitant un champ fixe homologué à l'écran de projection. En plaçant derrière ce cadre le décor et le ou les cels sur lesquels sont dessinés les personnages, on se rend im-

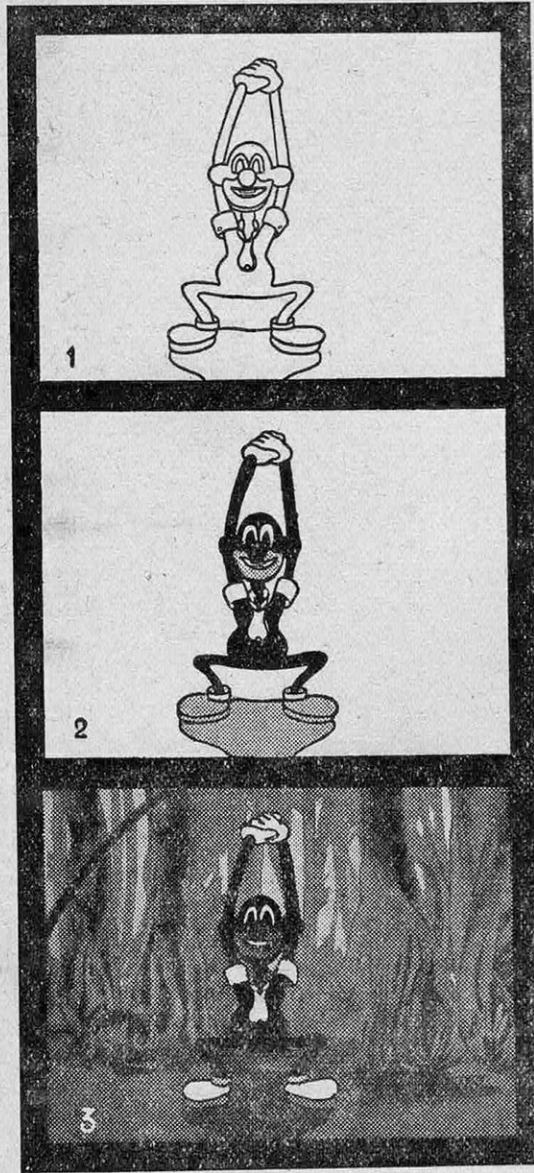


FIG. 5. — LES TROIS ÉTATS D'UNE IMAGE DE DESSIN ANIMÉ (« AGÉNOR BIB DANS LA FORÊT », D'APRÈS MARCEL FLORIS)

1) Personnage sur « cel »; contour du recto à l'encre de Chine. 2) La même attitude du personnage après gouachage du verso. 3) Le personnage gouaché superposé au décor de fond et prêt à être cinématographié.

médiatement compte du champ de prise de vues. On peut donc déterminer immédiatement en combien d'images un sujet entre ou sort du champ, quelles sont les limites de ses ébats, etc...

Que ce soit sur le pupitre de mise en scène ou sur la table de prise de vues (fig. 7), décors et cels sont fixés sur des règles mobiles et graduées. Le réalisateur peut ainsi chiffrer une fois pour toutes les valeurs des déplacements des personnages dans le décor, les déplacements des décors eux-mêmes, etc...

Etant donné que, dans le dessin animé, il est plus simple de déplacer l'ensemble « décor-personnage » par rapport à l'appareil de prise de vues fixe plutôt que de déplacer la camera par rapport au décor, comme cela se fait dans la prise de vues cinématographique normale, on se sert de cet artifice chaque fois que la scène comporte panoramiques ou travellings latéraux. Naturellement, il faut alors que le réalisateur détermine d'avance la longueur de ce travelling, donc l'espace du décor balayé par le champ de l'appareil. Il faut encore qu'il détermine la vitesse de déplacement du décor de fond par rapport au point fixe de la camera, ainsi que les vitesses de déplacement des objets ou personnages des premiers plans, ces derniers ayant évidemment une translation plus importante par rapport à la camera que le décor de fond. Celui-ci ne peut être considéré comme immobile que s'il est placé théoriquement à l'infini, s'il représente des nuages par exemple. Ces vitesses différentes de translation sont indispensables, sous peine de donner à la projection l'impression désastreuse de personnages littéra-

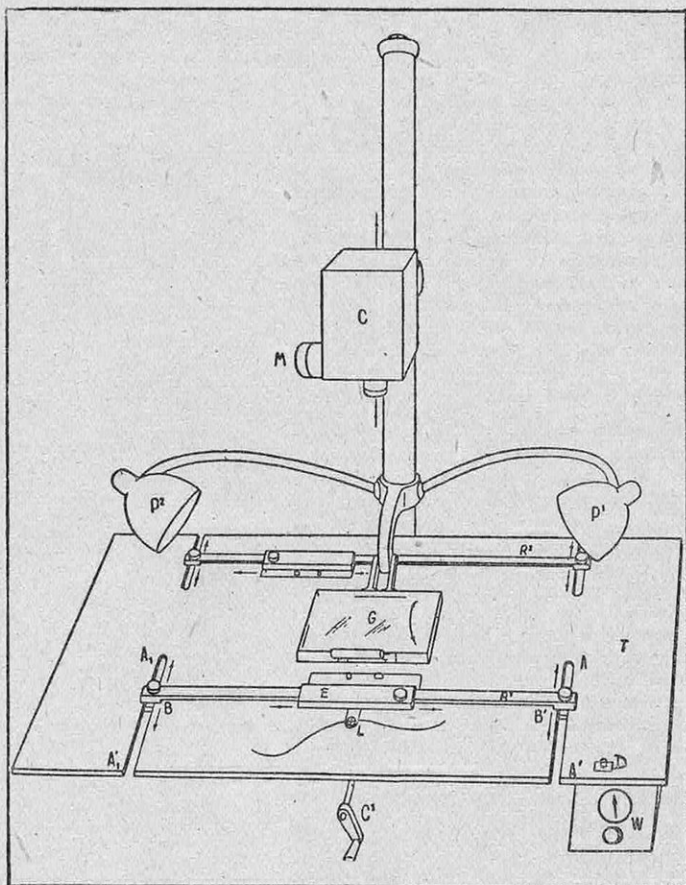


FIG. 7. — ÉLÉMENTS PRINCIPAUX DE LA TABLE DE PRISE DE VUES

C, camera; C', manivelle de montée ou de descente de la camera; M, moteur de la camera et dispositif image par image; P¹, P², rampes lumineuses; T, table de prises de vues identique au pupitre de mise en scène; G, glace presseuse, cadre limite du champ de prises de vues; R¹, R², R³, glissières supportant les règles mobiles; A, A', A', A', glissières de translation en hauteur; D, bouton de déclenchement de prise de vues; L, lecteur à réticule du graphique; W, voltmètre de contrôle de l'éclairage.



FIG. 6. — DÉCOR DE FOND POUR TRAVELLING ET PANORAMIQUE LATÉRAL

Le cadre limite de prise de vues est représenté en noir. Le décor fixé sur la glissière E de la règle R¹ (fig. 7) peut se déplacer de B en B', à condition que le champ de G soit toujours couvert par le paysage représenté.

lement « collés » contre le décor de fond.

La détermination de ces déplacements relatifs, assez délicate à évaluer empiriquement, se fait commodément sur le pupitre de mise en scène. La combinaison des translations simultanées des règles en longueur et en largeur permet de faire évoluer les personnages, à l'intérieur du cadre fixe, suivant une ligne sinuée quelconque. Il est commode d'établir d'avance la sinuosité de cette ligne sur un graphique que l'on pourra suivre aussi bien dans le

lecteur du pupitre de mise en scène que sur celui de la table de prise de vues. L'intersection du réticule et de la ligne sinueuse donne évidemment la position du personnage résultant des déplacements longitudinaux et transversaux.

Le pupitre de mise en scène qui, en somme, représente la table de prise de vues « non mécanisée » permet au réalisateur de chiffrer en centimètres, millimètres, degrés, etc..., tous les déplacements des décors par rapport aux personnages et par rapport au cadre fixe. Il permet aussi de déterminer éventuellement l'importance du déplacement en largeur ou en longueur du cadre par rapport à la camera lorsqu'il s'agit d'effectuer la combinaison d'un « travelling avant » avec l'exploration d'un détail du tableau. Dans le « travelling avant » la camera se déplace de bas en haut ou de haut en bas, pour s'éloigner ou s'approcher du sujet. C'est ainsi que l'on obtient l'effet de grossissement de plan représenté par la figure 8.

Bref, la mise en scène de dessin animé consiste en grande partie à prévoir et à noter tous les déplacements relatifs des personnages et décors, ainsi que ceux du cadre et de la camera, déplacements qui seront effectués lors de la prise de vues et que par conséquent l'opérateur devra connaître avec une grande précision.

L'animation des personnages

Comme nous l'avons vu, les *animateurs* dessinent les attitudes principales des personnages (environ un dessin sur dix).

Les *intervallistes* ont pour mission de tracer tous les dessins intermédiaires entre les dessins dits de « départ » et d'« arrivée ». Diverses techniques d'animation sont mises en œuvre à l'heure actuelle.

Il y a deux méthodes principales d'animation manuelle (fig. 9 et 10). La première, rigoureuse, purement automatique, est dite « méthode des centres » (fig. 9). Ce procédé conserve bien le volume du personnage, mais il est monotone et s'éloigne de la vérité.

Une autre méthode consiste à raisonner le mouvement en distribuant « au juger » l'espace entre les différents intermédiaires; c'est ainsi que l'intervalliste dessine successivement en commençant par le dessin n° 2, puis le 3, 4, 5, etc..., jusqu'au dernier, c'est-à-dire dans le cas présent jusqu'au n° 8. Ce procédé donne, si l'intervalliste est expérimenté, une animation de très bonne qualité. Le système a néanmoins un inconvénient : les intermédiaires dessinés successivement et d'une manière croissante et décroissante donnent l'illusion, à la restitution sur l'écran, d'être en carton découpé. L'impression de volume est détruite. Pour obtenir une animation de bonne qualité tout en ayant un dessin bien en volume, il est possible de combiner la première méthode des centres avec la méthode au juger. C'est ce qu'explique la figure 10.

Le travail des animateurs et intervallistes se fait sur un pupitre à glace translucide éclairée par dessous (fig. 11). Souvent les pupitres sont surmontés d'un miroir dans lequel l'animateur peut observer ses propres expressions.

L'expérience a prouvé en effet que, inconsciemment, les expressions des dessinateurs se gravent dans leur propre mémoire et qu'ensuite, d'une manière quasi-automatique, ils restituent leurs propres expressions de joie, d'effroi, etc. dans les personnages qu'ils travaillent.

L'animation mécanique est peu pratiquée en Europe, bien qu'elle soit séduisante au premier abord. Nous n'en dirons que quelques mots. Des appareils ingénieux manipulés par des spécialistes permettent d'obtenir des dessins intermédiaires d'une manière purement mécanique. Ces appareils, qui comportent des stylets lecteurs avec lesquels on suit les contours des dessins extrêmes de « départ » et d'« arrivée », interpolent en quelque sorte entre les extrêmes, et un stylet graveur restitue le dessin intermédiaire. La figure 12 nous montre une série de dessins obtenus au moyen d'un de ces appareils.

Convenablement manipulés, les appareils mécaniques font d'une part gagner un temps précieux et, d'autre part, permettent d'obtenir des résultats curieux. Par exemple, si l'on soumet à l'un de ces stylets lecteurs le contour d'une tête d'animal — soit une tête de vache — et à un autre stylet lecteur la tête d'un autre animal — soit une tête de phoque — le stylet de restitution nous donnera un dessin représentant une tête d'animal assez fantastique, intermédiaire entre la vache et le phoque!

Le travail long et délicat de l'animation terminé, les dessins sur papier sont confiés aux calqueurs qui, toujours installés devant des pupitres — démunis de miroirs, car le travail des calqueurs est une tâche à la chaîne qui ne comporte pas de création — transposent les dessins sur des feuilles de celluloid.

Le problème de la couleur Le gouachage des cels

La couleur est plus nécessaire au dessin animé qu'à tout autre film. En effet, dans le dessin animé — création totale — la couleur est un élément dramatique de première importance; elle permet de créer une ambiance fantastique et poétique. Elle est d'autant plus nécessaire que l'on s'éloigne davantage du genre purement humoristique (type *Mathurin* de Fleisher) pour se consacrer au genre charmant (type *Blanche Neige* de Walt Disney).

Les procédés de couleur normaux applicables à la prise de vues normale en studio à la cadence de vingt-quatre images à la seconde sont utilisables à la prise de vues « image par image ». Par contre, certains procédés en couleurs, non utilisables à la cadence normale, soit par manque de sensibilité, soit parce qu'ils exigent des prises de vues successives, sont fort intéressants pour le dessin animé.

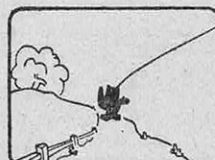


FIG. 8. — EFFET OBTENU PAR UN TRAVELLING AVANT

Le grossissement est obtenu par le rapprochement de la camera du sujet à photographier.

Cependant, les deux procédés utilisés de préférence pour la technique qui nous intéresse sont ceux qui servent normalement à la réalisation des grands films : le Technicolor et l'Agfacolor (ou le Kodachrome par tirage, très peu différent de l'Agfacolor). Nous allons voir qu'en ce qui concerne l'utilisation du Technicolor pour la prise de vues image par image, il n'est pas nécessaire de posséder la camera spéciale Technicolor obligatoire pour la prise des films normaux. En effet, la camera spéciale Technicolor est indispensable à la prise des films normaux car on est obligé de prendre simultanément trois images sélectionnées, nécessairement sur trois films différents.

La prise de vues se faisant ici image par image, il suffit de posséder une camera ordinaire à un magasin débiteur et un magasin récepteur. L'objectif de prise de vues sera un apochromatique assurant une coïncidence aussi parfaite que possible des foyers rouge, vert et bleu. Devant cet objectif et pendant le temps d'exposition de chaque image viendra se placer d'abord l'écran sélectif rouge, puis l'écran sélectif vert, puis l'écran sélectif bleu, et le cycle recommencera.

Quant au dessin en couleurs placé sur la table de prise de vues, il est évident qu'on ne lui fera subir aucune modification de travelling ou autre (changement de cel) avant que les trois vues sélectionnées aient été enregistrées. En définitive, on obtiendra un négatif (noir et blanc sur émulsion panchromatique) composé de groupes de trois images successives sélectionnées pour le rouge, le vert et le bleu (fig. 13). Au moyen de tireuses spéciales « sau-

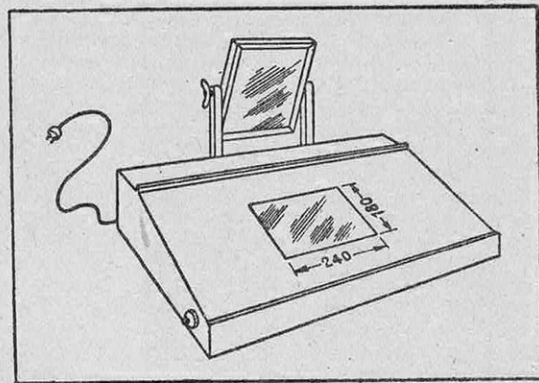


FIG. 11. — PUPITRE D'ANIMATION ET DE CALQUAGE AVEC SON MIROIR

teuses », nous tirerons sur un premier film toutes les images sélectionnées du rouge, puis sur un second toutes les images sélectionnées du vert et finalement du bleu sur un troisième film. Les films positifs ainsi obtenus serviront à constituer les matrices en relief de gélatine susceptibles d'absorber les teintures qui seront ensuite transférées en superposition sur le positif final.

Lorsque l'on s'adresse aux procédés Agfacolor ou Kodachrome, la prise de vues image par image en couleurs est aussi simple que la prise en noir et en blanc, tout au moins en ce qui concerne le mécanisme de prise de vues.

En effet, dans ces procédés, la sélection trichrome s'effectue dans l'épaisseur de la couche (Tripack intégral). Le négatif, après avoir subi les traitements voulus, est lui-même en couleurs complémentaires du sujet cinématographié. Par tirage sur une émulsion semblable à l'émulsion négative et traitement identique, on obtient un positif qui est en couleurs complémentaires du négatif, donc, en définitive, de couleur identique au sujet. Le processus, simple et élégant, présente les avantages suivants : prise de vues rapide (une seule manœuvre par image au lieu de trois), capacité plus grande des magasins (longueur identique de films par rapport au noir et blanc et non pas trois fois plus longue), pas d'écran sélecteur, pas de système rotatif spécial adjoint à la camera pour le défilement des écrans, obtention d'un négatif unique qui permettra le tirage des copies sans confection de matrices intermédiaires, manœuvre plus simple des appareils, donc chances d'erreurs diminuées.

Mais la cinématographie en couleurs des dessins animés pose d'autres problèmes que ceux de l'utilisation de tel ou tel procédé, notamment celui de la restitution des couleurs des gouaches colorées appliquées au verso des cels.

L'analyse et la restitution des couleurs dans le dessin animé sont différentes de celles pratiquées dans la prise de vues des films normaux en couleurs, en ce sens que nous avons affaire uniquement à des couleurs « artificielles » et non à des couleurs « naturelles ».

En effet, lorsqu'une scène de dessin animé représente par exemple un gros plan d'un personnage humain sur un fond de verdure, le rose de la chair du personnage sera constitué sur le verso du cel par un dépôt de gouache rose. Le vert du feuillage sera, sur le décor de fond, soit une couche de vert d'aquarelle soit une couche de vert de gouache. L'ensemble

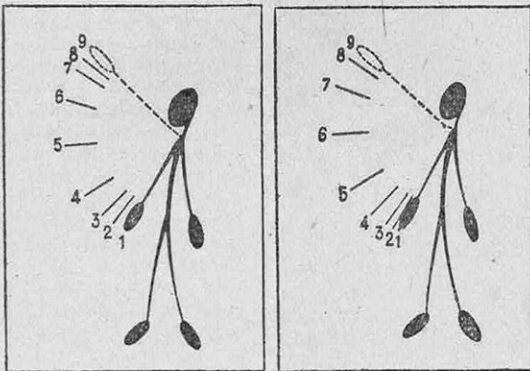


FIG. 9 ET 10. — PRINCIPES DE L'ANIMATION PAR LA MÉTHODE DES CENTRES ET PAR LA COMBINAISON DE LA MÉTHODE DES CENTRES ET DE LA MÉTHODE AU JUGER

A gauche : l'intervalliste dessine successivement les dessins intermédiaires de la façon suivante : il place à mi-distance de 1 et de 9 le dessin n° 5, puis à mi-distance de 1 et de 5 le n° 4 ; à mi-distance de 1 et de 4 le n° 3 ; puis entre 3 et 1 le n° 2. Il passe ensuite au n° 6 qui est toujours à mi-distance entre 5 et 9 et ainsi de suite. — A droite : Ayant constitué un « gabarit » du mouvement suivant la méthode au juger, l'intervalliste dessine les intermédiaires suivant la méthode des centres. Ainsi entre le 1 et le 9, il dessine le n° 6 qui, d'après l'étude de son gabarit, se trouve à peu près au milieu ; puis le n° 4 entre 1 et 6 ; 5 entre 4 et 6 et ainsi de suite. Il passe ensuite à l'autre fraction du mouvement en commençant par le n° 7, centre approximatif entre 6 et 9, et il termine son mouvement par le n° 8 entre 7 et 9.



FIG. 12. — ANIMATION MÉCANIQUE : D, DESSIN DE DÉPART; A, DESSIN D'ARRIVÉE

de ces dépôts colorés est enfin vu par l'objectif à travers l'épaisseur d'un, deux, quelquefois trois celluloids dont la transparence n'est pas absolue, ces celluloids étant l'élément support indispensable des personnages ou objets animés. Enfin, la légère teinte de celluloid ou rodialine n'est pas négligeable et l'est d'autant moins qu'il y a plusieurs épaisseurs; cette coloration produit un effet-écran susceptible d'introduire une dominante colorée, jaunâtre en général. Les pigments naturels ont des pouvoirs absorbants et réfléchissants totalement différents de ceux donnés par des mélanges de gouaches.

Notre œil se laisse abuser à tel point qu'il identifie un rose pigmentaire de la peau humaine avec un pigment artificiel rose de gouache, généralement à base d'oxyde métallique. Mais l'émulsion cinématographique n'est pas dupe de cette substitution et les surprises les plus désagréables sont réservées à l'opérateur de prise de vues et aux décorateurs qui ont composé les harmonies colorées des tableaux. Il pourra arriver des décalages de tons tout à fait désastreux : des roses seront représentés par des rouges briques, des verts tendres par des verts bouteille, etc. Généralement le décorateur accusera à tort le procédé et l'opérateur ! Il y a cependant moyen d'utiliser les procédés en couleurs actuels pour le dessin animé et même d'en tirer la quintessence; les Américains nous

l'ont bien montré dans leurs Silly Symphonies.

Pour cela, puisque seul le résultat final compte, les décorateurs et metteurs en scène de dessins animés devront composer leurs harmonies de couleurs, non pas d'après leur goût visuel, mais d'après les chartes de couleurs établies par l'expérience. C'est ainsi qu'il leur sera précisé, par exemple, qu'un bleu nuit sera rendu correctement par un bleu violet clair en une gouache de marque donnée et à une saturation donnée. Ce n'est évidemment pas une mince difficulté pour les gouacheurs coloristes que de composer leurs harmonies de couleur en tenant compte, non pas de l'apparence visuelle, mais du rendu définitif. Cet entraînement de l'imagination s'acquiert assez vite, et les résultats auxquels on arrive récompensent largement l'effort demandé.

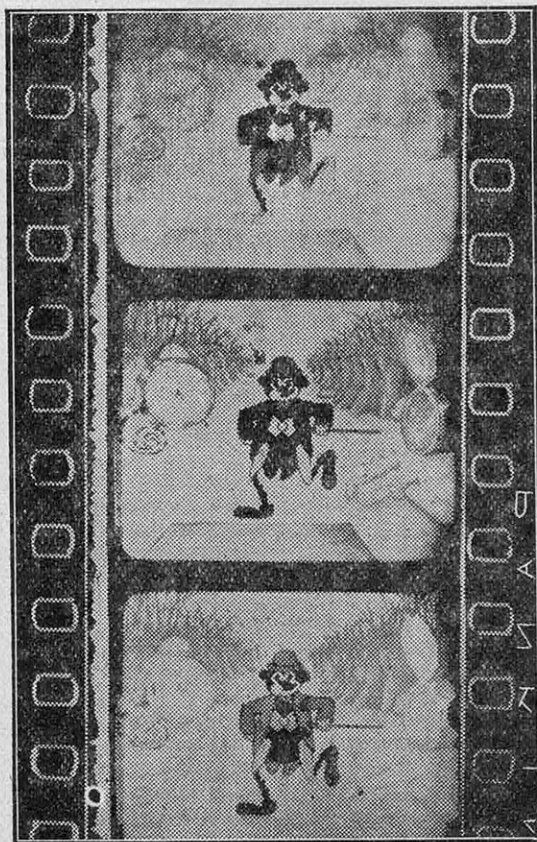


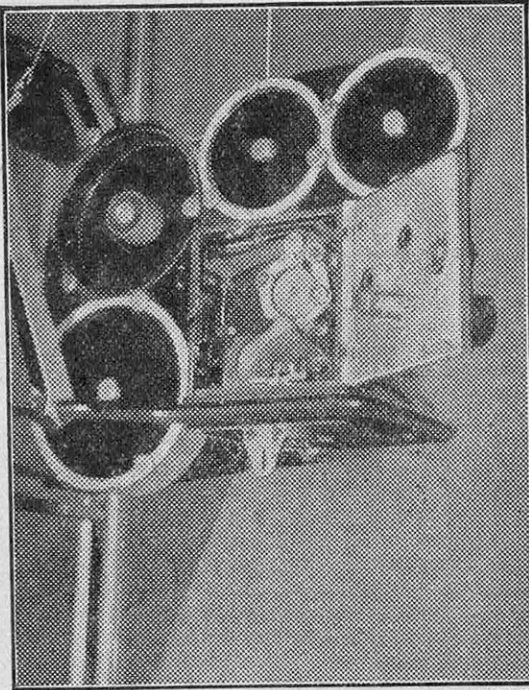
FIG. 13. — TROIS IMAGES SÉLECTIONNÉES SUCCESSIVES POUR LA PRISE DE VUES EN COULEUR PAR LE PROCÉDÉ TECHNICOLOR

Les différentes intensités des gris dans le vêtement correspondent au rendu « chromatique ». A gauche, la piste sonore.

Prise de vues

Un film de dessin animé est soumis à deux prises de vues, l'une d'essai, l'autre définitive.

La première s'effectue aussitôt après l'achèvement de l'animation sur papier et le plus souvent avant calquage sur les cels, mais de toute façon avant gouachage. Autrement dit, les dessins filmés sont « au trait », sans valeurs de gris, c'est-à-dire à l'état représenté sur le dessin numéro 1 de la figure 5. Cette prise de



T W 40 056

FIG. 14. — CAMERA DE DESSIN ANIMÉ A QUATRE MAGASINS PERMETTANT TOUS LES TRUQUAGES ET ÉQUIPÉE POUR DIFFÉRENTS PROCÉDÉS EN COULEURS (SYSTÈME ARCADY) (PHOTO BRARD)

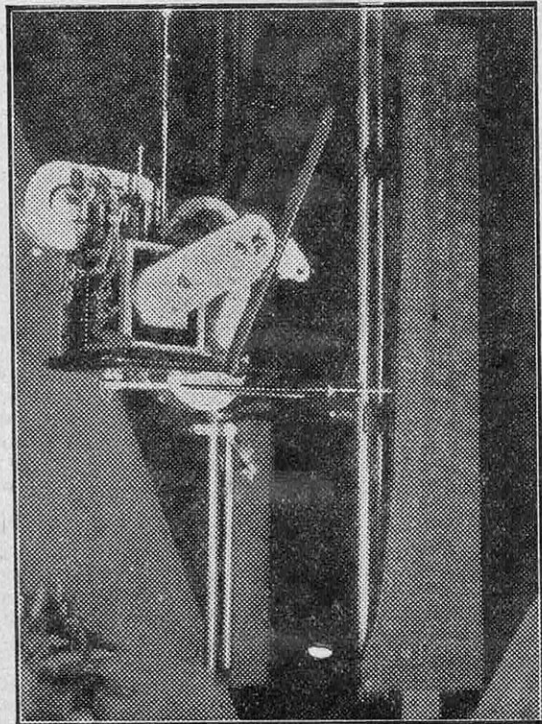
vues est avant tout une vérification de l'animation. Eventuellement, on effectue des prises de vues simplifiées des travellings ou panoramiques latéraux — toujours délicats à réaliser sans « filage » ; — mais les autres truquages de prise de vues (travelling avant, volets, fondus, surimpressions) pas plus que la prise de vues en couleurs ne sont effectués à ce stade de la production. Le film négatif est aussitôt développé et l'on peut juger avec une projection sonore à la fois de la valeur de l'animation et des erreurs de synchronisation. Cette bande est projetée plusieurs fois de suite en présence des animateurs et intervallistes, du compositeur et bien entendu du réalisateur. Toutes les corrections à apporter sont soigneusement notées et, avant le gouachage et l'achèvement des décors, les retouches jugées nécessaires sont apportées ; éventuellement certaines scènes sont entièrement redessinées. Le rythme de l'animation est changé et si la chose est possible (elle ne l'est pas toujours — n'oublions pas que le *tempo-piano* impose un rythme rigoureux), la cadence de prise de vues est modifiée, certaines images sont ajoutées, certaines autres supprimées.

Enfin, lorsque tout est au point, que les essais de couleurs ont été faits, le réalisateur confie à l'opérateur et à ses assistants les séries de cels terminés, nettoyés, classés. Il y joint le cahier de mise en scène sur lequel sont notés les différentes combinaisons de mouvement de camera par rapport au décor. Sur ce cahier, au minimum une ligne est consacrée à chaque image et indique à l'opérateur : le rythme de prise de vues de l'image (1, 2, 3..., images impressionnées pour un même cel), Ce rythme, en principe de 1 image impressionnée pour 1 cel changé lorsque le mouvement est normal, passe

parfois à plusieurs images impressionnées lorsque le mouvement se ralentit ou s'arrête. Des combinaisons multiples sont possibles. et il faudrait à l'opérateur un véritable cerveau d'Inaudi pour retenir, tout en les exécutant, les opérations quasi simultanées qui sont parfois à effectuer pour une seule image, par exemple : abaissement de la camera de 3 mm, mise au point de l'objectif corrigeant ce déplacement, rotation de 1° de la camera sur son axe optique, avance de la règle du décor de fond de 0,5 mm vers la gauche, avance de la règle d'un personnage numéro 1 vers la droite de 4,5 mm, avance d'une règle d'un personnage numéro 2 vers la droite de 2 mm, translation du cadre de 0,5 mm vers le bas, déclenchement de prise de vues d'une image pour le personnage numéro 1 et de 3 images pour le personnage numéro 2, abaissement de 3 volts de l'intensité lumineuse à chaque image jusqu'à extinction, de manière à obtenir un effet de coucher de soleil, etc..., etc...

Voilà un exemple entre mille de la complication de la prise de vues de dessin animé.

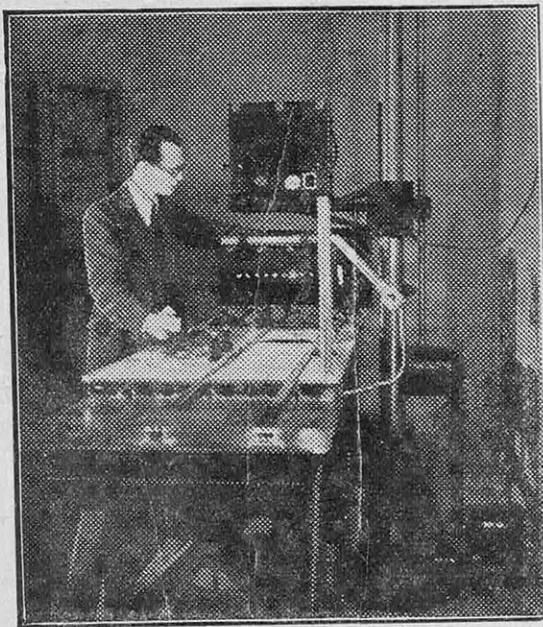
L'appareillage utilisé comporte essentiellement une camera verticale qui peut, grâce à un moteur, se déplacer automatiquement (fig. 14) dans le sens vertical et pivoter sur l'axe de son objectif degré par degré. Cette camera comporte souvent deux magasins débiteurs de film et deux magasins récepteurs pour les surimpressions. Un dispositif permet de prendre les images l'une après l'autre par simple pression sur un bouton (fig. 7). Des compteurs indiquent à tout moment les nombres d'images prises et à prendre jusqu'à la fin de la scène. Ces comp-



T W 40 057

FIG. 15. — CAMERA ARCADY A MISE AU POINT AUTOMATIQUE

On voit à droite la « règle-came » montée pour la mise au point de l'objectif Tessar de 50 mm (Photo Brard).



I W 30 058

FIG. 16. — TABLE DE PRISES DE VUES SYSTÈME PIN-CHART A QUATRE RÈGLES MOBILES INDÉPENDANTES AUTOMATIQUES

A droite et dans le bas, le moteur auxiliaire de l'ascenseur de la camera (Photo Karquel).

teurs précis sont indispensables en particulier pour les fondus, enchaînés, surimpressions, etc. La mise au point du ou des objectifs est généralement automatique. Cet automatisme est assuré par un galet roulant sur une règle came calculée d'après les caractéristiques de l'objectif et liée mécaniquement à la monture hélicoïdale de celui-ci par une bielle (fig. 15).

Les cameras de dessin animé sont souvent équipées à la fois pour le noir et blanc et pour les procédés en couleurs. Dans le cas où elles utilisent les procédés en couleurs à trois images successives (Technicolor, Dassonville trichrome, etc.) le mécanisme comporte des comes spéciales actionnant le volet porte-filtre en synchronisme avec le déclenchement de chaque image élémentaire.

En plus de ces dispositifs particuliers, la camera de dessin animé comporte tous les autres systèmes habituels aux cameras de prise de vues tels que fondu, fondu enchaîné automatique, compteur de mètre, etc. Si la table de prise de vues est équipée en multiplan, c'est-à-dire permet la prise de vues de personnages et de décors (quelquefois découpés ou en bas relief) sur des plans différents, la camera est toujours équipée avec plusieurs objectifs, tous à mise au point automatique. Dans ce cas les comes de mise au point sont changées en même temps que les objectifs à chaque utilisation.

La table de prise de vues se compose de la table proprement dite, de la colonne le long de laquelle se meut la camera, et des rampes d'éclairage. Encastées dans la table se trouvent les règles mobiles. Elles sont généralement au nombre de quatre (fig. 16 et 18) et sont munies d'ergots qui facilitent la fixation des décors et des cels. Les règles sont mobiles dans le sens longitudinal et, sur certaines tables per-

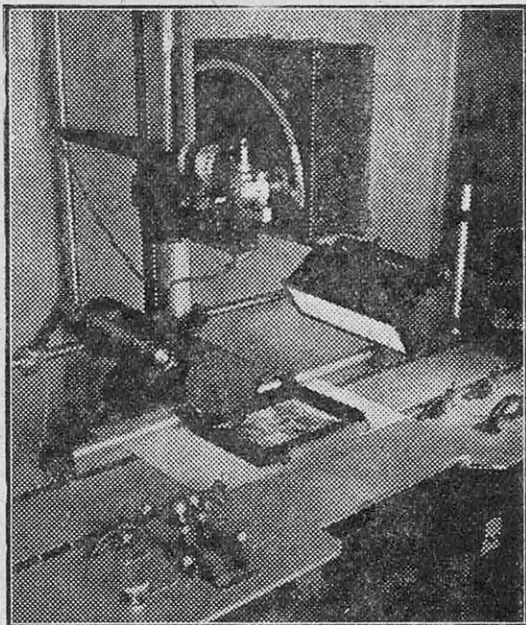
fectionnées, leur commande est automatique et indépendante; un seul levier (fig. 17) permet de leur imposer simultanément des translations différentes non seulement en grandeur, mais aussi, si c'est nécessaire, en direction (droite ou gauche). D'autre part, l'ensemble de la table peut être également déplacé dans le sens de la largeur d'une quantité déterminée et dans les deux directions.

Une telle table, surtout si elle est munie de plans multiples tels qu'ils sont représentés sur la figure 16, autorise une mise en scène extrêmement soignée des films de dessin animés normaux ou des dessins animés techniques (graphiques animés, films d'instruction, etc.).

Voici maintenant comment s'effectue la prise de vues, travail de longue patience qui exige une attention de tous les instants.

L'opérateur, placé devant sa table, est entouré de deux assistants; celui de droite prend les dessins et décors classés dans les casiers de droite et les pose sur les règles à ergots. A cet instant la glace presseuse est levée. L'opérateur, par un coup de pédale, abaisse la glace presseuse qui comprime les cels sur le décor et assure entre eux un contact intime de manière à éviter les ombres portées qui compromettent la netteté des images enregistrées.

Si, alors, nous sommes au début de la séquence à tourner, l'opérateur allume les deux rampes lumineuses, fait son cadrage conformément aux indications du cahier de mise en scène, place sa camera à la hauteur convenable et fait la mise au point au moyen de la loupe — ou simplement la vérifie si la camera est à mise au point automatique. Il règle l'admission de lumière sur le film par l'ouverture de l'obturateur, et la profondeur de champ de son objectif par l'ouverture du diaphragme (ce dernier



I W 30 059

FIG. 17. — CENTRE D'UNE TABLE DE PRISES DE VUES. Sur la table, à l'extrême droite, le levier de commande des quatre règles. Au milieu, la glace presseuse. A gauche de la camera, le moteur de prises de vues et le dispositif image par image. (Photo Parot.)

réglage n'est utile que si la prise de vues s'effectue sur divers plans simultanément, soit pour obtenir une netteté sur tous les plans ou au contraire une netteté répartie seulement sur le plan d'intérêt principal).

L'opérateur enregistre alors une « image » en appuyant sur le bouton électrique qui commande le dispositif image par image de la camera. Il donne un coup de pédale — la glace se soulève — l'assistant de gauche dégage le cel de ses ergots et le range dans le casier de gauche tandis que l'assistant de droite place le nouveau cel. L'opérateur consulte le cahier de mise en scène, manœuvre les travellings si la scène en comporte, effectue les divers réglages

si y a lieu, enregistre une seconde image et ainsi de suite. Cette opération se renouvelle 10 000 à 20 000 fois pour un film de dessin animé de longueur normale durant environ 8 minutes à l'écran. Il faut environ 40 jours pour mener à bien la prise de vues définitive.

La prise de vues effectuée, le négatif impressionné est envoyé au développement et tiré immédiatement en copie de travail sonore avec le *tempo-piano*. Cette copie est projetée, et l'on peut ainsi se rendre compte de la justesse des couleurs ou de la valeur des gris, de la correction des travellings au point de vue vitesse et des erreurs de prise de vues qui peuvent toujours se glisser dans les séquences les plus compliquées. Lorsque tout est correct on procède au montage négatif définitif. Dans l'intervalle l'orchestre a été convoqué et la partition entière a été enregistrée avec ses chants, ses chœurs, ses morceaux de jazz, ses soli, etc., en se guidant toujours sur le *tempo-piano*. Puis les opérations de « mixage » ont lieu, la bande de bruits est « mixée » avec la bande orchestre, le négatif « son » est obtenu. Il ne reste qu'à tirer le positif définitif original en se servant du négatif-image et du négatif-son. Si les opérations ont été bien conduites, le synchronisme entre son et image doit être parfait.

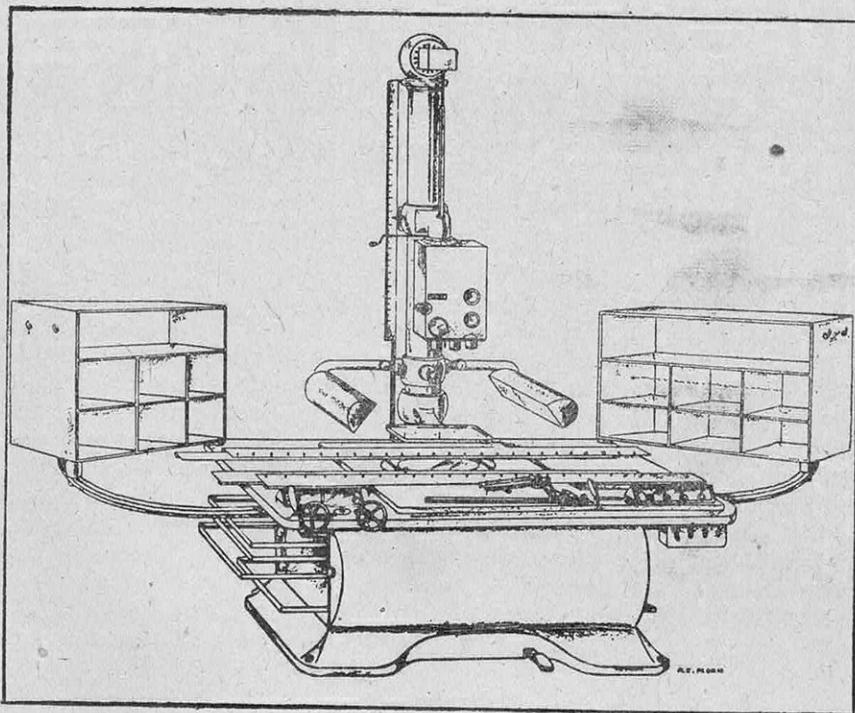


FIG. 18. — SCHEMA D'UNE TABLE ET D'UNE CAMERA DE PRISES DE VUES CONÇUES SPÉCIALEMENT POUR LE DESSIN ANIMÉ ET MUNIES DE TOUS LES PERFECTIONNEMENTS (CONCEPTION BRARD, BOURGEON, FLORIS; MISE AU POINT ET RÉALISATION DE L'INGÉNIEUR PINCHART)

Remarquer les multiplans disposés sous le plan principal et visibles sur la gauche.

Telles sont les opérations qui, en quatre mois environ, permettent rationnellement de produire un dessin animé de spectacle de qualité. Nous sommes loin des petites expériences artisanales dans lesquelles se sont complues, et se complaisent encore, beaucoup d'entreprises françaises. Ces expériences, parfois courageuses, — mais vouées à l'insuccès — ont fait le plus grand tort au dessin animé français.

Le dessin animé ne peut être l'apanage d'amateurs présomptueux et incompetents ou de sociétés fantômes créées pour les besoins d'un film unique. C'est d'affaires permanentes qu'il doit s'agir, ayant à leur disposition des capitaux importants, un personnel attiré, un matériel technique complet et homogène, et bien entendu des artistes et techniciens de premier ordre.

Dans ces conditions, en mettant tous les atouts de son côté, il est possible de produire des films de dessin animé faisant honneur à l'industrie française du cinéma, films dont le prix de revient ne saurait néanmoins être inférieur à 800 000 francs environ, somme d'ailleurs amortissable sur le marché mondial du cinéma du fait de la classe internationale des films ainsi produits.

P. BRARD.

LES CONSERVES SONT-ELLES RICHES EN VITAMINES ?

par P. BOSSARDET

Grâce aux connaissances précises acquises au cours de ces dernières années sur les propriétés chimiques des vitamines, les techniques de fabrication des conserves ont pu être améliorées de telle façon qu'il est possible aujourd'hui d'obtenir des préparations dont la teneur en vitamines soit supérieure à celle des aliments au moment où, normalement, après stockage plus ou moins long, transport et cuisson plus ou moins rationnelle, ils sont consommés. Il est même possible d'obtenir des conserves à partir de certains fruits, comme celui de l'églantier, renfermant des quantités de vitamines C telles que ces conserves peuvent servir à lutter contre la carence du facteur C. Le préjugé défavorable qui frappait cette catégorie d'aliments doit donc disparaître, et, sous réserve d'utiliser des produits soigneusement préparés, les conserves peuvent entrer dans notre alimentation, lorsque les conditions l'exigent, sans crainte de créer des déséquilibres alimentaires ou de voir apparaître des troubles dus aux carences en vitamines.

LA question des vitamines, qui s'est montrée si importante au cours de ces dernières années, présente actuellement un intérêt encore plus marqué du fait des restrictions alimentaires.

Les vitamines ont eu et ont encore pour la majorité du public la réputation d'être des principes extrêmement fragiles, rapidement détruits au cours de la fabrication des conserves alimentaires, auxquelles on a reproché pendant longtemps d'en être dépourvues. On admettait généralement que ces principes étaient détruits en presque totalité par la température à laquelle les conserves étaient portées, lors de la stérilisation. Or cette opinion, en grande partie erronée, était due, d'une part, à la connaissance incomplète des propriétés physiques et chimiques des vitamines, et d'autre part au petit nombre de dosages effectués, les dosages biologiques étant seuls utilisés (1). Aujourd'hui, l'étude des vitamines a été très poussée, leurs principales propriétés sont bien connues, les dosages chimiques ou physico-chimiques, d'exécution rapide, sont devenus courants. Il résulte de ceci, que, pendant longtemps, on a ignoré la teneur réelle en vitamines des aliments et des produits conservés par suite du nombre restreint de dosages; d'autre part, on a attribué à certains facteurs, la chaleur par exemple, un rôle destructeur important, alors que d'autres facteurs méconnus avaient une action bien plus

nuisible, et on a conclu que, lors de la stérilisation, les conserves perdaient leurs vitamines.

Il est certain que les conserves fabriquées il y a plusieurs années renfermaient moins de vitamines que celles de fabrication actuelle, notamment en ce qui concerne la vitamine C, qui en était presque totalement absente. Mais la connaissance des propriétés chimiques des vitamines, des conditions de leur stabilité, a permis d'améliorer les méthodes de fabrication et aujourd'hui les conserves alimentaires bien préparées peuvent et doivent renfermer une proportion très importante des vitamines contenues dans l'aliment frais.

Enfin, lorsqu'on parle de la teneur en vitamines des conserves, on est tenté de les comparer à l'aliment frais, dosé immédiatement après sa récolte. Dans ce cas, on peut observer des différences importantes. Mais il ne faut pas oublier qu'il s'écoule un certain laps de temps entre la production et la consommation de l'aliment, et que le plus souvent ces aliments sont consommés cuits. Nous verrons plus loin que, dans le cas des produits végétaux, la teneur en vitamines décroît à partir de la récolte; d'autre part, les préparations culinaires sont loin d'être préservatrices. Le lavage, l'ébullition prolongée sont la cause de pertes sensibles, et si, dans l'industrie des conserves, certaines précautions sont prises pour réduire les pertes au minimum, il n'en est pas de même lors de préparations culinaires. Si alors on compare la teneur en vitamines des conserves à celle des aliments prêts à être consommés, les différences sont faibles et parfois en faveur des conserves.

Quelques propriétés chimiques des vitamines

Vitamines liposolubles (1)

Vitamine A. — Sensible à l'oxydation à toutes

(1) Pour les dosages biologiques, on se sert d'animaux soumis à un régime artificiel complet, privé seulement de la vitamine à étudier, et on cherche quelle est la quantité minimum d'aliment à doser qu'il faut ajouter chaque jour à la ration pour empêcher les troubles d'apparaître ou pour guérir l'avitaminose déclarée. Ces dosages sont longs (plusieurs semaines) et nécessitent un grand nombre d'animaux.

Les dosages chimiques ou physico-chimiques sont fondés sur des réactions caractéristiques et spécifiques dans les conditions où l'on opère. Ils sont d'exécution rapide; il est possible d'en effectuer plusieurs en quelques heures.

(1) Solubles dans les graisses.

les températures, elle est détruite d'autant plus rapidement que la température est plus élevée. En l'absence d'air, elle résiste assez bien à la chaleur. On peut porter du beurre à 120° pendant quatre heures sans qu'il y ait de perte sensible de vitamine A. En solution huileuse, dans des flacons bien bouchés, elle se conserve longtemps. Les rayons ultra-violetts la détruisent.

Les carotènes, qui représentent les provitamines A, ont sensiblement les mêmes propriétés.

Vitamine D. — Plus résistante que la précédente, elle est peu sensible à l'oxydation et résiste à la chaleur. Cependant, isolée, elle s'oxyde lentement à l'air; mais, en solution dans un corps gras (ce qui est le cas des aliments), elle résiste à l'oxydation.

Vitamines hydrosolubles

Vitamines B. — La vitamine B₁ est assez sensible à l'oxydation et est sensible à la chaleur. Elle est détruite à 100° en milieu alcalin, mais résiste bien en milieu acide.

La vitamine B₂ est plus résistante à l'oxydation que B₁; elle résiste également mieux à la chaleur et est plus stable en milieu acide qu'en milieu alcalin. Elle est stable deux heures à 120° en milieu acide.

Vitamine C. — C'est la plus délicate de toutes les vitamines et son peu de stabilité a contribué à répandre la réputation de fragilité de ces facteurs.

Elle s'oxyde très facilement, même à froid. Cette oxydation est accélérée par la chaleur et par l'alcalinité du milieu; en solution acide elle est plus stable. Elle résiste bien à la chaleur en l'absence d'oxygène et en milieu neutre ou acide. L'oxydation de la vitamine C est catalysée par des traces de cuivre ou de fer. Elle se produit aussi sous l'action d'oxydases, ferments que l'on rencontre dans les végétaux. Les manipulations mécaniques que subissent les végétaux en libérant les oxydases, permettent la destruction de grandes quantités de vitamine, même à la température ordinaire. Ces oxydases sont détruites vers 80°.

L'agent destructeur le plus important est donc l'oxygène; c'est en éliminant les causes d'oxydation que les conserves pourront garder la majeure partie des vitamines contenues dans l'aliment. Il faut tenir compte de l'acidité du milieu qui, en général, ralentit l'oxydation. La chaleur agissant seule a un rôle beaucoup plus faible, sauf pour la vitamine B₁. Cependant il faut tenir compte du facteur « temps ». Une température élevée agissant pendant un temps court (120° pendant quinze minutes) aura un effet moins destructeur qu'une température plus basse agissant pendant plusieurs heures (90° à 100° pendant trois à quatre heures).

Au cours de cette étude le lecteur sera surpris de la place importante qui est accordée à la vitamine C; ceci tient à ce que cette vitamine est la plus fragile de toutes. Etant donnée la facilité avec laquelle elle s'oxyde, l'obtention de conserves ayant une valeur antiscorbutique a été un réel problème qui a préoccupé de nombreux chercheurs. D'autre part, la simplicité de son dosage a permis de multiplier les recherches sur sa présence dans les aliments et son devenir dans les conserves. Enfin, sa persistance dans les produits traités permet dans une certaine mesure de conclure à la persistance des autres vitamines.

Conserves en boîtes stérilisées à l'autoclave

Influence de la période comprise entre la récolte et le début du traitement. — En ce qui concerne les aliments d'origine végétale et en particulier pour la vitamine C, on sait que les pertes par oxydation commencent dès la récolte. Il semble qu'il existe dans la plante vivante certains principes protégeant cette vitamine des oxydations. Dès la récolte cette protection disparaît, et l'on voit la teneur en vitamine décroître progressivement. Ce phénomène est surtout important pour les légumes verts et en particulier pour les feuilles (salades, épinards), qui, en quelques jours, peuvent perdre 50 % de leur vitamine C.

Un phénomène semblable se produit pour les denrées d'origine animale. Ainsi les poissons achetés sur les marchés renferment moins de vitamines que les poissons frais.

Influence des différentes manipulations mécaniques. — Avant leur mise en boîte, les aliments subissent un certain nombre de manipulations: les viandes sont parées, coupées en fragments, en partie cuites, les légumes et les fruits sont lavés et, suivant les cas, épluchés, écosés, coupés en tranches. Ces manipulations favorisent le contact intime de l'air avec l'aliment et les pertes par oxydation peuvent être importantes, surtout pour la vitamine C. Celle-ci subit en plus l'action des oxydases qui ont été libérées en partie par ces manipulations (par rupture des parois cellulaires). Ainsi des pommes coupées en morceaux perdent 20 % de leur vitamine C en une heure et 30 % en trois heures, et ceci à la température ordinaire. Pour certains fruits tels que les tomates, qui sont réduites en pulpe, le contact de l'air est si intime qu'en deux heures la vitamine C a presque complètement disparu, malgré la réaction acide du milieu.

Il est donc nécessaire que toutes ces opérations soient menées rapidement, afin de réduire le plus possible l'action de l'oxygène. Il faut également que les appareils utilisés ne permettent pas le contact avec des métaux comme le cuivre qui catalyse l'oxydation de la vitamine C. C'est pourquoi certaines techniques industrielles comme le préchauffage et le blanchiment, qui ont pour objet d'éliminer l'air des végétaux et de détruire les oxydases, réduisent ces pertes.

Le préchauffage. — Cette opération consiste à porter les fruits pendant un temps court (six à douze minutes) à une température de 80-85°, dans une atmosphère de vapeur d'eau. L'élévation de température des fruits est rapide et les oxydases sont rapidement détruites. La majeure partie de l'air contenu dans ces fruits est éliminée.

Le blanchiment. — Utilisé pour les légumes, il s'effectue à l'eau bouillante et dure de deux à seize minutes; il a également pour objet de chasser l'air et de détruire les oxydases. Le blanchiment est moins favorable que le préchauffage: l'élévation de température est plus lente et jusqu'à ce que cette température ait atteint 80° l'action des oxydases se poursuit. D'autre part, une partie des vitamines hydrosolubles (C, B₁, B₂) diffuse dans l'eau et est perdue. Certaines industries utilisent l'eau de blanchiment afin de récupérer ces vitamines.

Dans certains cas, en évitant le blanchiment, on a pu conserver la presque totalité du pouvoir antiscorbutique de certains légumes. C'est ainsi



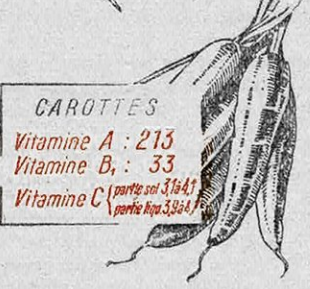

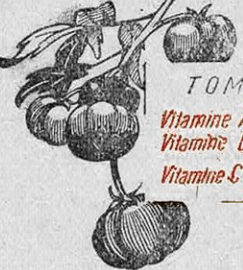
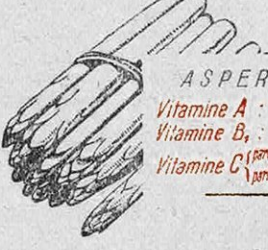
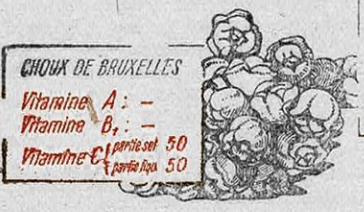

 <p>HARICOTS VERTS Vitamine A : 314 Vitamine B₁ : 33 Vitamine C (partie solide) 3,8 (partie liquide) 5,3</p>	 <p>PETITS POIS Vitamine A : 346 Vitamine B₁ : 360 Vitamine C (partie sol.) 5 à 15 (partie liq.) 4 à 23</p>
 <p>CAROTTES Vitamine A : 213 Vitamine B₁ : 33 Vitamine C (partie sol.) 3 à 4 (partie liq.) 3 à 4</p>	 <p>EPINARDS Vitamine A : 4.035 Vitamine B₁ : 18 Vitamine C (partie sol.) 19 à 44 (partie liq.) —</p>
 <p>TOMATES Vitamine A : 1410 Vitamine B₁ : 99 Vitamine C (partie sol.) 7 à 18 (partie liq.) —</p>	 <p>ASPERGES Vitamine A : — Vitamine B₁ : — Vitamine C (partie sol.) 10 à 32 (partie liq.) 10 à 17</p>
 <p>CHOU DE BRUXELLES Vitamine A : — Vitamine B₁ : — Vitamine C (partie sol.) 50 (partie liq.) 50</p>	 <p>CHOU Vitamine A : — Vitamine B₁ : — Vitamine C (partie sol.) 8,2 (partie liq.) —</p>

TABLEAU I. — TENEUR EN VITAMINES DE QUELQUES CONSERVES DE LÉGUMES

qu'en Norvège, les pois « mange-tout » ne sont pas blanchis et gardent pratiquement 100 % de leur vitamine antiscorbutique.

Certaines conserves de fruits subissent des manipulations particulières. Les pommes sont pelées et immergées dans de l'eau salée à 2 % pendant seize heures environ. Le fruit se trouve ainsi placé à l'abri de l'air et les cellules continuant à vivre épuisent l'oxygène contenu dans la pomme. Après ce traitement, les pommes ont conservé leur valeur antiscorbutique. Pour les tomates, le dépulpage se fait parfois dans des appareils spéciaux évitant l'introduction de l'air; ensuite elles sont aspirées dans un concentrateur à vide et perdent ainsi leur air. Dans d'autres cas on procède très rapidement à la mise en boîte et au préchauffage.

On ajoute parfois aux conserves de légumes

du sulfate de cuivre, à raison de 100 milligrammes environ par kilogramme, afin de donner une belle couleur verte à la conserve. Ce procédé est la cause d'une destruction importante de vitamine C par action catalytique du cuivre et doit être rejeté.

Influence de la stérilisation. — La stérilisation n'a que peu d'action sur les vitamines lorsque les conserves ont été bien préparées. La vitamine B₁ seule est sensible à la chaleur aux températures utilisées lors de la stérilisation. On a enregistré des pertes en ce facteur pouvant s'élever jusqu'à 80 % dans des conserves de viande. Les vitamines B₁ et D thermostables ne subissent pratiquement aucune perte; la vitamine A n'est que peu détruite; quant à la vitamine C, elle est détruite dans une proportion qui varie entre 4 et 10 % suivant les cas.

Influence du stockage. — Au cours du stockage, les vitamines subissent une destruction lente et peu importante, sauf peut-être pour la vitamine C qui peut être détruite dans une proportion variant entre 5 et 30 % au cours d'un stockage de neuf mois. La nature de la conserve a une certaine influence; c'est ainsi que le jus de tomate

perd en six mois 10 à 24 % de sa vitamine C, alors que les fruits entiers ne perdent que 10 à 13 %.

Influence du réchauffage. — Le réchauffage de la conserve au moment de son emploi n'a qu'une influence insignifiante, si l'on prend soin de ne pas le prolonger inutilement. Des échantillons de maïs en conserve contenant 7,0 et 8,0 milligrammes pour 100 grammes de vitamine C ne perdent que 0,6 et 0,4 milligramme quand on les réchauffe, soit entre 5 et 10 %.

Une dernière cause de perte en vitamines, facile à éviter, tient à l'habitude que l'on a de jeter le liquide contenu dans la boîte. Ce jus renferme des quantités appréciables de vitamines hydrosolubles (B₁, B₂, C). Le taux de ces vitamines est à peu près uniforme pour les parties solides et liquides. Si le liquide est en quantité

importante, on peut rejeter ainsi une quantité notable de vitamines. D'autre part, ces jus renferment nombre d'autres principes hydrosolubles utiles et ne devraient jamais être rejetés.

Conserves et jus de fruits stérilisés par pasteurisation (entre 60° et 100°)

Les jus de fruits ont de plus en plus la faveur du public. Leur réputation est d'ailleurs justifiée, car, outre qu'ils constituent des boissons saines et agréables, ils possèdent une certaine valeur nutritive et renferment en assez grande quan-



TABEAU III. — TENEUR EN VITAMINES DE JUS DE FRUITS



TABEAU II. — TENEUR EN VITAMINES DE QUELQUES CONSERVES DE FRUITS

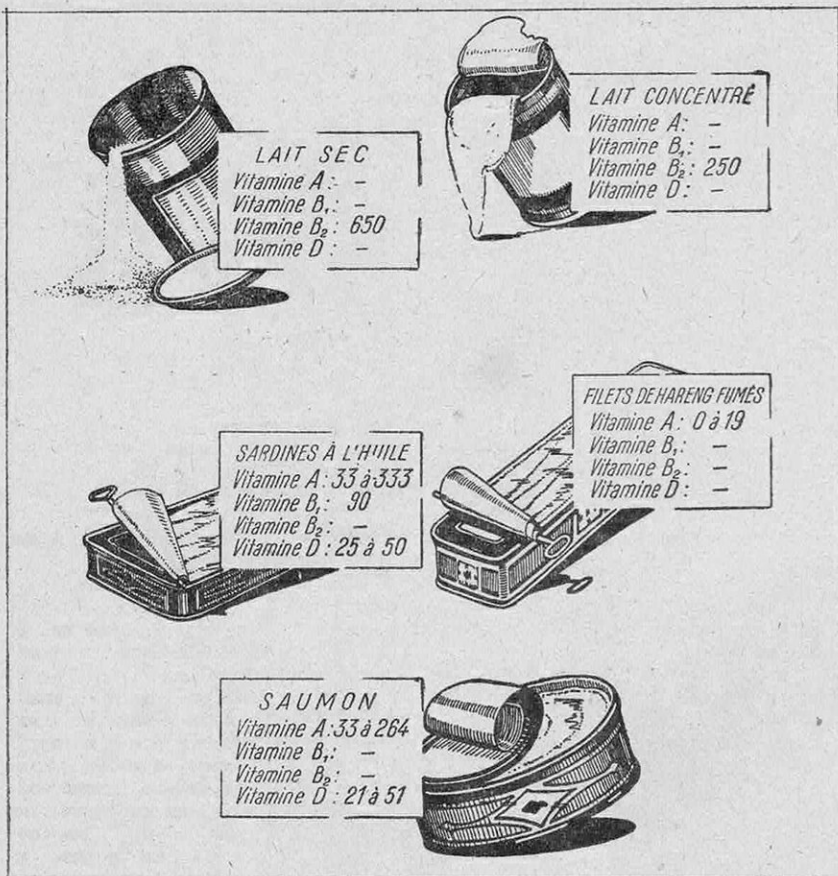
tité les principales vitamines.

Lorsque nous parlons de jus de fruits, nous entendons ici les jus purs, non additionnés de sirop. Ces jus de fruits sont clairs ou troubles; les jus clairs ayant subi des manipulations spéciales (jus de pommes, jus de raisin) s'oxydent plus facilement et ont peut-être moins de goût. Actuellement les jus troubles ont de plus en plus la préférence des consommateurs.

Préparation des jus de fruits. — Les fruits sont lavés, triés, certains sont pelés et coupés (ananas, agrumes). Puis on procède à l'extraction par broyage ou pressage. Les jus sont alors désaérés dans le vide, puis pasteurisés dans des appareils spéciaux (cinq à dix secondes à 95°) et mis à chaud dans des récipients, ou bien mis en boîtes ou flacons après désaération et ensuite pasteurisés. Parfois la mise en boîtes s'effectue sous vide.

Toutes ces opérations s'effectuent dans des appareils ne renfermant ni fer ni cuivre, le plus souvent en acier inoxydable. Ces diverses manipulations sont peu préjudiciables aux vitamines. La désaération, la stérilisation à moins de 100°, permettent l'obtention de jus de fruits contenant toutes leurs vitamines naturelles.

140°, soit en pulvérisant le lait en brouillard dans une atmosphère raréfiée et à une température de 70° environ. Les vitamines sont plus ou moins détruites par ces procédés, plus par l'action de l'air que par celle de la température. Dans le deuxième procédé, la pulvérisation permet un contact intime du lait et de l'air qui



TABEAU IV. — TENEUR EN VITAMINES DE CONSERVES DIVERSES

Autres modes de conservation

L'influence des différentes manipulations subies par les aliments au cours d'autres modes de conservation a été peu étudiée. Cependant on peut affirmer que là encore le facteur oxydation joue le rôle principal.

Dessication. — Effectuée lentement et en présence d'air, à la température ordinaire, la dessication détruit la vitamine C. L'utilisation d'un courant d'air chaud (80°-90°) qui permet une dessication rapide est moins destructrice. Cependant, dans ces conditions, des pommes de terre, des oignons, des choux, des navets, des carottes perdent toute leur vitamine C en quatre heures.

En opérant à 0° et dans le vide, il est possible de conserver la totalité de la vitamine C contenue dans les végétaux. Dans l'industrie, certaines méthodes de dessication à l'abri de l'air avec un chauffage modéré (inférieur à 100°) permettent une bonne conservation de cette vitamine.

Les laits secs sont obtenus soit en faisant passer le lait sur des cylindres chauffés à 130°-

favorise les oxydations. D'autre part, dans les laits secs, les oxydations peuvent se poursuivre lors du stockage. Préparés et conservés dans de bonnes conditions, les laits secs possèdent une valeur antiscorbutique voisine de celle du lait frais.

Les poissons séchés et fumés perdent une partie de leur vitamine A par oxydation. Cependant les poissons fumés entiers avec leur peau conservent presque toute leur vitamine, le poisson entier étant protégé de l'action de l'air par sa peau.

Concentration. — La concentration en présence d'air par chauffage prolongé détruit la vitamine C. Par certains procédés, à l'abri de l'oxygène de l'air et en désaérant les fruits, les marmelades et les confitures peuvent garder jusqu'à 80 % de cette vitamine. L'adjonction d'une forte proportion de sucre ou de miel exerce une action stabilisante sur la vitamine C.

Pour les laits concentrés, qui sont obtenus par action combinée de la chaleur (température inférieure à 100°) et du vide, la majeure partie des vitamines peut être conservée. La stérilisation à 120° que subit le lait concentré non sucré cause la destruction d'une partie de la vitamine B₁ et de la vitamine C; la perte de vitamine A est probablement due à l'homogénéisation que subit le lait pour éviter la séparation de la crème.

Le contrôle biologique de la valeur alimentaire des conserves

Nous donnons dans les tableaux ci-joints la teneur en vitamines de quelques conserves. Les chiffres mentionnés n'ont rien d'absolu et représentent les moyennes de nombreux dosages. D'autre part, il ne faut pas perdre de vue que la teneur en vitamines d'une conserve dépend de la teneur des aliments avec lesquels la conserve a été préparée. Or celle-ci est très variable notamment pour les végétaux. Ainsi on sait que la teneur en vitamine C peut varier dans de

très grandes proportions (de 1 à 4 ou 5) suivant la nature de la plante, le sol, les engrais, les conditions météorologiques; d'autre part, nous l'avons vu plus haut, les techniques de fabrication entraînent des pertes plus ou moins grandes. Les chiffres mentionnés dans ces tableaux ont été fournis par des conserves courantes de bonne qualité.

La vitamine A est exprimée en *gamma* (millième de milligramme) de *béta*-carotène, les vitamines B₁, B₂ et D sont exprimées respectivement en *gamma* d'aneurine, de lactoflavine et de calciférol irradié, rapportés à 100 g de la conserve. La vitamine C est exprimée en mmg d'acide ascorbique rapportés à 100 g de la partie solide et 100 g de la partie liquide (jus).

Différents expérimentateurs (Cheftel et Macheboeuf), étudiant la valeur alimentaire des conserves, ont soumis des rats et des cobayes à des régimes constitués exclusivement d'aliments conservés. On sait que le rat a besoin des vitamines A, D, B₁, B₂; la vitamine C ne lui est pas nécessaire, cet animal en faisant la synthèse. Le cobaye par contre est très sensible à l'absence de vitamine C et constitue un réactif de choix pour le dosage biologique de cette vitamine.

Il est intéressant de noter qu'au cours de ces expériences, des rats et des cobayes ont pu être nourris pendant plusieurs générations à l'aide de produits conservés (1), sans jamais présenter à aucun moment le moindre signe d'avitaminose, même fruste. La reproduction et le développement des jeunes ont été en tous points comparables à ce que l'on observe dans des élevages recevant une alimentation normale; l'entretien des adultes a été parfait, aucun symptôme de rachitisme n'a été enregistré. Ces animaux ont donc trouvé dans leur régime, non seulement toutes les vitamines qui leur étaient

nécessaires, mais encore les acides aminés, les matières minérales en quantité et en proportion convenables.

D'autre part, la vitamine C a été dosée dans les différents organes, et les chiffres obtenus ont été semblables à ceux trouvés chez les sujets ayant reçu l'alimentation habituelle, ce qui montre que la ration de vitamine C contenue dans le régime était suffisante et permettait à l'animal de constituer des réserves. Il en a été de même pour la vitamine A; des rats soumis au régime des conserves et soumis ensuite à un régime dépourvu de vitamine A, en même temps que des rats ayant reçu une alimentation normale n'ont montré les premiers symptômes d'avitaminose que deux semaines après les autres rats. Donc, là encore, les conserves ont apporté des doses de vitamine supérieures aux besoins immédiats de l'animal et lui ont permis de constituer des réserves.

Des constatations analogues ont été faites sur l'homme. En Allemagne, des enfants de 6 mois à 10 ans recevant une alimentation complémentaire constituée de conserves de fruits et de légumes n'ont montré aucun trouble. D'autre part, on a remarqué que les conserves étaient plus facilement absorbées que les légumes frais et que la digestion stomacale était souvent meilleure.

Enfin, durant treize mois, les quinze membres de la Mission française de l'année polaire 1932-1933 vécurent au Groenland en parfaite santé. Or l'alimentation était uniquement composée de conserves et les aliments frais faisaient entièrement défaut. Le régime quotidien suffisamment varié avait été établi de manière à respecter les divers équilibres alimentaires. Les conserves de légumes et de fruits étaient les seules sources de vitamine C; à aucun moment le moindre symptôme de carence ne fut observé et les citrons ainsi que es conserves riches en vitamine C, tenus en réserve en cas de scorbut, ne furent pas touchés.

P. BOSSARDET.

(1) Ont été utilisées pour l'alimentation des rats et des cobayes, des conserves en boîte, de légumes divers, de viande, de pâtés, de poissons, de fruits et du lait concentré non sucré.

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

par V. RUBOR

Projectiles et accélérations

LES conditions physiques qui règnent dans les tubes des armes à feu lors du départ du coup

dépassent de loin ce qu'il est possible de réaliser couramment au laboratoire : pressions de 3 000 à 5 000 atmosphères, températures de 2 000 à 3 000° C, vitesses allant jusqu'à 1 000 m par seconde. La valeur de l'accélération maximum com-

muniquée au projectile atteint ainsi, pour les canons de petit calibre où elle est particulièrement élevée, 250 000 g, soit 250 000 fois l'accélération de la pesanteur à la surface de la terre.

Mais les valeurs de l'accélération négative qu'é-

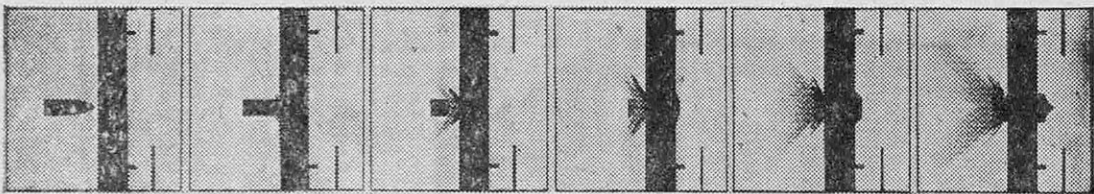


FIG. 1. — PHASES DE LA PERFORATION D'UNE PLAQUE DE BLINDAGE PAR UN PROJECTILE DE 20 MM

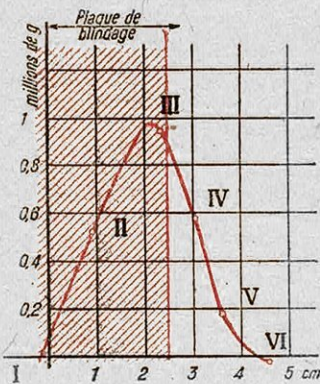


FIG. 2. — LES ACCÉLÉRATIONS RETARDATRICES LORS DE LA PERFORATION D'UNE PLAQUE DE BLINDAGE

Sur ce graphique, on a porté en abscisses les positions successives de la pointe du projectile, en même temps qu'on a indiqué, pour fixer les idées, l'épaisseur de la plaque. En ordonnées figurent les valeurs instantanées de l'accélération, évaluées en prenant pour unité 100 000 fois l'intensité de la pesanteur. Sur cette courbe, ont été indiquées les positions successives de la balle correspondant aux phases de la figure 1.

prouve le projectile lorsqu'il frappe son but sont plus élevées encore. Prenons, par exemple, le cas d'un obus de 20 mm, type antichar, frappant une plaque de blindage à la vitesse de 1 000 m/s, et freiné sur 3 cm. La valeur moyenne de l'accélération est dans ces conditions de 1,7 millions de g.

La figure 1 montre six phases de la rencontre d'une balle et d'une plaque de blindage. Le graphique 2 donne, d'autre part, la valeur instantanée de l'accélération retardatrice. On voit

que, dans le cas considéré, le maximum atteint 1 million de g. Des accélérations de cet ordre de grandeur peuvent cependant être réalisées par les physiciens (ultracentrifugation). En 1935 Pedersen atteignit 750 000 g avec un rotor de 65 mm de diamètre, tournant à 145 000 tours/mn.

Mais, même du point de vue vitesse de rotation, la balistique ne le cède pas à l'ultracentrifugation. Tel projectile, à la sortie d'un tube rayé, tourne sur lui-même 3 700 fois par seconde, c'est-à-dire 220 000 fois par minute. Il n'est pas rare qu'on atteigne ainsi la limite élastique de la résistance du métal.

Encres en poudre

La médiocrité des matières premières actuelles, leur contingentement et les interdictions ne permettent pas aux fabricants, malgré leurs efforts, de préparer des encres liquides dont la qualité atteigne celle des encres d'avant guerre.

Pour l'encre à stylo notamment, la pénurie de glycérine se fait sentir. En effet les deux pour cent de ce produit qui entraient normalement dans la fabrication de cette encre ne peuvent être obtenus. Or, la présence de glycérine est utile à la conservation de l'humidité sur la plume et dans les conduits capillaires du stylo. Il en résulte que si on laisse la plume à l'air libre, l'évaporation qui se produit provoque la formation d'un dépôt solide qui encrasse les fins canaux du

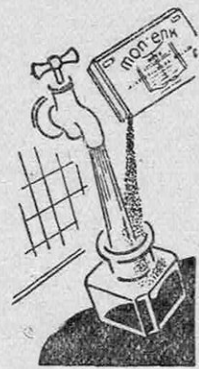


FIG. 3. — DE L'EAU ET DE LA POUDRE : L'ENCRE EST PRÊTE

porte-plume.

Devant le manque de verrerie, les difficultés de récupération des flacons et la crise des transports, la Compagnie des Encres a orienté ses recherches vers la fabrication d'encres en poudre : « Mon'Enk » pour le bureau, « Fluid'Enk » pour le stylo, produits de très bonne qualité ainsi que le constate un procès-verbal établi, après essais, par le Laboratoire Municipal de Chimie de Paris.

Rien n'est plus facile que de préparer soi-même de l'encre avec ces poudres. Après avoir très bien nettoyé un flacon il suffit de verser le contenu d'un ou plusieurs sachets « Mon'Enk » ou tubes « Fluid'Enk » et d'ajouter enfin le poids d'eau chaude correspondant au nombre de sachets ou de tubes employés. Une légère agitation favorise la dissolution complète de la poudre de sorte qu'aucun dépôt ne se produit dans le flacon.

N.D.L.R. — Les photographies qui illustrent l'article sur « La Tourbe en agriculture » paru dans notre n° 316 (décembre 1943) nous ont été communiquées par MM. Clément frères, 7, passage de Thionville, Paris.

— Nos lecteurs auront certainement rectifié le lapsus qui nous a fait dire dans notre n° 315, page 97, qu'il mourait sur terre une centaine d'êtres humains par seconde. C'est par minute qu'il faut lire.

Pour être sûr de lire régulièrement SCIENCE ET VIE, abonnez-vous :

	France	Etranger
Envois simplement affranchis	80 francs	150 francs
Envois recommandés	110 —	200 —

■

Tous les règlements doivent être effectués par chèque postal : 184.05 Toulouse. — Nous n'acceptons pas les timbres-poste.

Prières de joindre 3 francs pour les changements d'adresse.

La table générale des matières no 1 à 186 (1913-1922) est expédiée franco contre 25 francs.

L'ÉCOLE INTERNATIONALE
PAR CORRESPONDANCE
DE DESSIN ET DE PEINTURE
 11, Avenue de Grande-Bretagne, 11
 PRINCIPAUTÉ DE MONACO



VOUS OFFRE GRATUITEMENT
 un très bel album traitant du Dessin et de
 la Peinture, sous toutes ses formes et qui
 vous renseignera en détails sur les passion-
 nantes carrières auxquelles vous pourrez
 prétendre lorsque vous serez un Artiste.
 Vous y verrez aussi comment vous pou-
 vez apprendre chez vous le Dessin et la
 Peinture, quel que soit votre milieu, le
 degré de votre culture et l'endroit que
 vous habitez. Et ceci grâce à l'enseigne-
 ment sérieux, agréable et remarqua-
 blement efficace de la plus grande École
 actuelle des Arts Graphiques. Pour recevoir
 rapidement cet Album, sans engagement
 de votre part, découpez le bon ci-dessous
 en y joignant votre nom et votre adresse
 ainsi que 5 frs à votre gré, pour frais de
 poste et adressez aujourd'hui même votre
 lettre à l'École Internationale (Service, D &
 Renseignements.)

BON POUR UN ALBUM GRATUIT



ÉCOLE TECHNIQUE
DE RADIOÉLECTRICITÉ
 ET DE
SCIENCES APPLIQUÉES
 [2, Rue du Salé, 2]
 [TOULOUSE]

ENSEIGNE PAR CORRESPONDANCE
PRÉPARE AUX DIPLOMÉS D'ÉTAT

Préparation
 aux
 Carrières
 de

TENEUR DE LIVRES
COMPTABLE AGRÉE
EXPERT COMPTABLE

DESSINATEUR INDUSTRIEL
DESSINATEUR D'ÉTUDES

MONTEUR DÉPANNÉUR
RADIOTECHNICIEN

OPÉRATEUR DES P.T.T.
RADIOTELEGRAPHISTE
DES STATIONS MOBILES

Toutes ces études peuvent être entreprises à la base par
 des élèves ayant une instruction du niveau du C.E.P.

BON. 5810 à joindre à toute demande de renseignement.
Documentation Gratuite (Spécifier la carrière demandée)

Devenez rapidement
CHEF DESSINATEUR INDUSTRIEL



Toutes les Industries occupent SANS EXCEPTION **DES CENTAINES DE MILLIERS DE DESSINATEURS HOMMES ET FEMMES**

Ouvrez un journal quel qu'il soit. Consultez la rubrique "Offres d'emplois". **PARTOUT ON DEMANDE DES DESSINATEURS QUALIFIÉS**

AVIATION AUTOMOBILE CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES TRAVAUX PUBLICS
GRANDES ADMINISTRATIONS d'ÉTAT etc

Suivez PAR CORRESPONDANCE LES COURS DE L'ÉCOLE PROFESSIONNELLE SUPÉRIEURE

MANDER DOCUMENTATION GRATUITE, 51 Bd. MAGENTA - PARIS X

"L'Électricité c'est l'avenir des jeunes"



Étudiez chez vous, sans interrompre vos occupations, la plus jeune et la plus passionnante des sciences

L'ÉLECTRICITÉ ET SES APPLICATIONS

En 6 mois, grâce à notre méthode moderne d'enseignement pratique professionnel, vous deviendrez l'expert recherché dans l'Industrie, le Cinéma, la Télévision, l'Amplification, etc.

INSTITUT ELECTRO-RADIO

6, RUE DE TÉHÉRAN - PARIS - 8^e

DE SUITE, écrivez-nous pour recevoir gratuitement notre luxueux programme • Service V S
 "L'ÉLECTRICITÉ ET SES APPLICATIONS MODERNES"
 PRÉPARATION AUX DIPLOMES D'ÉTAT

Les lubrifiants sont précieux

INDUSTRIELS, TRANSPORTEURS ET TOUS USAGERS DE LUBRIFIANTS, RAFFINEZ ET PURIFIEZ VOUS-MÊMES VOS HUILES USÉES ET COMBUSTIBLES : FUELOIL, GAZOL, ETC... GRACE AU

RAFFINEUR INTÉGRAL AUSTIN

Équipe d'un générateur à vapeur horizontale et d'un récupérateur par le vide, seul appareil assurant l'élimination sur terre, contre toute odeur sulfureuse.

ÉPURATION CLARIFICATION, DÉCOLORATION DÉGAZOLAGE - RENDEMENT 80 à 90 % TRAITÉ 200 LITRES PAR 24 HEURES SURVEILLANCE FACILE

En vente à : **CARBOGAZ-CENTRE**
 60, rue de la Charité, LYON
 Tél. P. 28-41

La Maison BERVILLE

Instruments et fournitures pour le dessin
 18, rue La Fayette — PARIS (IX^e)
 Métro : Chaussée d'Antin - Tél. Prov. 41.74



se tient à la disposition de sa clientèle pour tous renseignements ou fournitures qu'elle s'efforce de satisfaire dans la mesure de ses possibilités.

Elle s'excuse si les difficultés actuelles l'empêchent quelquefois d'y parvenir.



Liste n° 12 franco sur demande

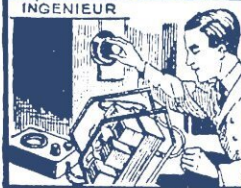
LA RADIO *marque* DE SPECIALISTES!



RADIO VOLANT



SOUS-INGENIEUR



INGENIEUR

JEUNES GENS!

Pour répondre aux besoins sans cesse grandissants de la Radio française en cadres spécialisés, nous conseillons vivement aux jeunes gens de s'orienter délibérément vers les carrières de la T.S.F.

AVIATION CIVILE ET MILITAIRE, INDUSTRIE, MARINE MARCHANDE ET MARINE NATIONALE, COLONIES, MINISTERES ET ADMINISTRATIONS. Ces carrières réaliseront les aspirations de la jeunesse moderne, puisqu'elles joignent à l'attrait du scientifique celui de travaux manuels importants.

PREPAREZ CES CARRIERES en suivant nos cours spécialisés **PAR CORRESPONDANCE** conçus d'après les méthodes les plus modernes de l'enseignement américain.

INSCRIPTIONS A TOUTE EPOQUE DE L'ANNEE TOUS NOS COURS COMPORTENT DES EXERCICES PRATIQUES A DOMICILE

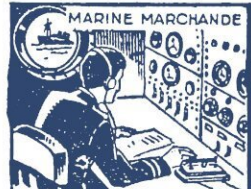
PLACEMENT

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

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

Notices gratuitement

sur demande.



MARINE MARCHANDE



DESSINATEUR RADIO



DEPANNEUR

ECOLE GENERALE PROFESSIONNELLE RADIOTECHNIQUE

14, RUE DE BRETAGNE & RUE DU MARÉCHAL LYAUTEY—VICHY—(ALLIER)

ADRESSES DE REPLI

Pub. R. Domenach M.C.S.P.



CAMUS
LA GRANDE MARQUE
COGNAC

Ce qu'il faut
savoir
des

BONS DU TRÉSOR

- Ils vous permettent de tirer profit de tout l'argent liquide dont vous n'avez pas immédiatement besoin.
- Les échéances sont à 6 mois, 1 an, 2 ans.
- Les coupures sont de 1.000 francs, 5.000, 10.000 et au-dessus.
- L'intérêt, payé d'avance, est de : 1,75 % pour un Bon à 6 mois ; 2,25 % pour un Bon à 1 an ; 2,50 % pour un Bon à 2 ans.
- Les Bons sont délivrés au porteur ou à ordre.
- VOUS TROUVEREZ DES BONS : dans les Caisses Publiques et les Banques ; chez les Agents de change et les Notaires ; auprès des Caisses d'Épargne.

AG 8

NITROLAC

LA GRANDE MARQUE DE PEINTURE



TOUS LES PROBLÈMES DE PEINTURE

NITROLAC

98, ROUTE D'AUBERVILLIERS-ST DENIS (SEINE)-PLAINE-1655