

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- [Le Conservatoire numérique](#) communément appelé [le Cnum](#) constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre (www.eclydre.fr).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d'œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978 :

- la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue ([Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - http://cnum.cnam.fr](#))
- la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- les reproductions de documents protégés par le droit d'auteur, uniquement consultables dans l'enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

4- Pour obtenir la reproduction numérique d'un document du Cnum en haute définition, contacter [cnum\(at\)cnam.fr](mailto:cnum(at)cnam.fr)

5- L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

6- Les présentes conditions d'utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

Notice de la Revue	
Auteur(s) ou collectivité(s)	La science et la vie
Auteur(s)	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Adresse	Paris : La science et la vie, 1913-1945
Collation	339 vol. : ill. ; 24 cm
Cote	SCI.VIE
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Note	À partir de février 1943, le titre devient "Science et Vie". La bibliothèque du Cnam ne possède pas de collection, la numérisation a été faite grâce au prêt de la collection privée de M. Pierre Cubaud.

Notice du Volume	
Auteur(s) volume	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Volume	Tome 59. n. 283. Mars 1941
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1941
Collation	1 vol. (p.[131]-194) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 283
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Thématique(s)	Généralités scientifiques et vulgarisation
Typologie	Revue
Langue	Français
Date de mise en ligne	10/12/2019
Date de génération du PDF	05/12/2019
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?SCVIE.283

Mars 1941

5 francs

la Science et la Vie



Voir page 141

L'ECOLE UNIVERSELLE

par correspondance de Paris

A pu installer à

LYON, 12, PLACE JULES-FERRY, 12

sa succursale pour la zone libre



Ses cours par correspondance permettent à ses élèves d'effectuer le MAXIMUM DE PROGRÈS dans le MINIMUM de TEMPS. Ceux de ces cours qui préparent aux examens et aux concours publics conduisent chaque année au succès plusieurs milliers d'élèves.

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

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

BROCHURE N° 214. — Classes secondaires complètes, depuis la onzième jusqu'aux Baccalauréats et à la classe de Mathématiques spéciales.

BROCHURE N° 215. — Classes primaires complètes, depuis le Cours élémentaire jusqu'au Brevet supérieur, Bourses, Brevets pratiques.

BROCHURE N° 216. — Enseignement supérieur, Licences (lettres, sciences, droit), Professorats.

BROCHURE N° 217. — Toutes les grandes Écoles spéciales.

BROCHURE N° 218. — Toutes les carrières administratives (France et Colonies).

BROCHURE N° 219. — Toutes les carrières de l'Industrie et des Travaux publics.

BROCHURE N° 220. — Carrières de l'Agriculture métropolitaine et coloniale.

BROCHURE N° 221. — Carrières du Commerce, de la Banque, de la Bourse, des Assurances.

BROCHURE N° 222. — Langues étrangères, Tourisme.

BROCHURE N° 223. — Orthographe, Rédaction, Calcul, Écriture.

BROCHURE N° 224. — Carrières de l'Air, de la Radio, de la Marine.

BROCHURE N° 225. — Études musicales, Professorats.

BROCHURE N° 226. — Carrières féminines.

BROCHURE N° 227. — Arts du dessin, Professorats.

BROCHURE N° 228. — Métiers de la Couture, de la Coupe, de la Mode.

BROCHURE N° 229. — Secrétariats, Journalisme.

BROCHURE N° 230. — Carrières du Cinéma.

BROCHURE N° 231. — Carrières coloniales.

ECOLE UNIVERSELLE, 12, Place Jules-Ferry, 12 - LYON

la Science et la Vie

Tome LIX — N° 283

SOMMAIRE

Mars 1941

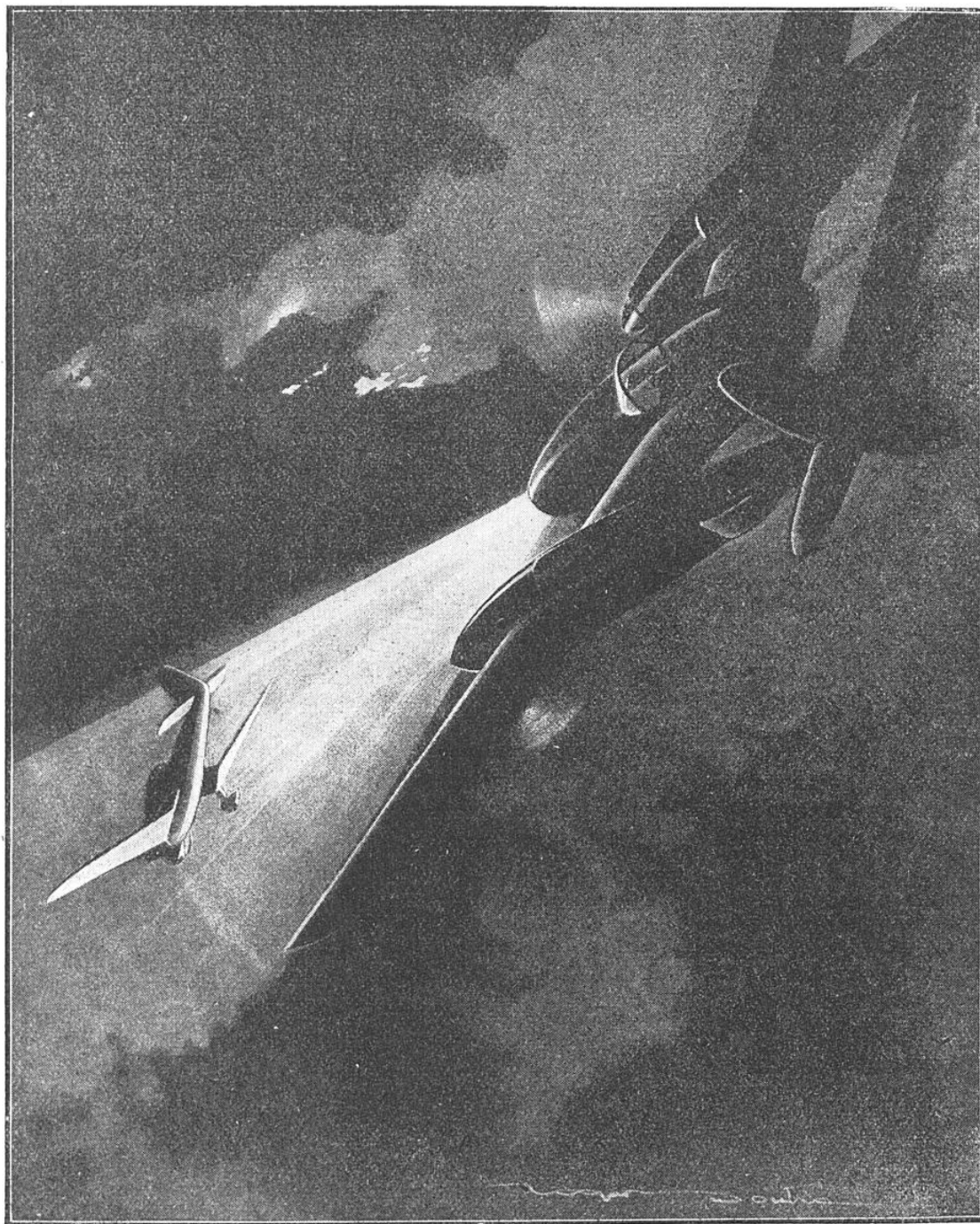
- ★ La chasse de nuit peut-elle lutter efficacement contre l'aviation de bombardement ? par Camille Rougeron..... 133
- ★ Une arme nouvelle : la mine aérienne, par André Fournier.. 140
- ★ Le problème de l'énergie dans une exploitation rurale : ce que doit être la motoculture en France, par Tony Ballu..... 148
- ★ Le chimiste peut-il créer des savons nouveaux ? par Marcel Mathieu..... 157
- ★ La guerre au commerce par les vedettes lance-torpilles, par Camille Rougeron..... 165
- ★ Le repérage des projectiles dans le corps humain et le guidage de leur extraction, par Maurice E. Nahmias..... 174
- ★ L'acétylène, âme des synthèses organiques et la traction à l' "essence de Savoie", par Louis Houllevigue..... 183
- ★ Les A côté de la Science, par V. Rubor..... 189



La défense des grandes cités industrielles est un problème vital en temps de guerre. De jour, elle est assurée d'une façon satisfaisante par l'aviation de chasse. C'est pourquoi les bombardements s'effectuent de plus en plus fréquemment la nuit où la chasse et la D.C.A. sont pratiquement impuissantes. Pour interdire le survol des grandes villes, une arme nouvelle d'une simplicité remarquable : la mine aérienne, vient de faire son apparition dans le ciel anglais : c'est une charge explosive suspendue à un petit parachute, qui en ralentit la chute, par un filin de 1 000 m de long. La couverture du présent numéro montre l'explosion d'une mine contre l'aile d'un bombardier au moment précis où le filin, glissant sur le bord d'attaque, est arrivé à bout de course, amenant la mine au contact de l'appareil. (Voir l'article dans ce numéro, page 140.)

« La Science et la Vie », magazine mensuel des Sciences et de leurs applications à la vie moderne, rédigé et illustré pour être compris de tous. Rédaction, Administration, Publicité : actuellement, 22, rue Lafayette, Toulouse. Cléque postal : numéro 184.05 Toulouse.

Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays. Copyright by « La Science et la Vie », mars mil neuf cent quarante et un. Registre du Commerce : Seine 116.654. Abonnements : France et Colonies, un an : cinquante-cinq francs ; six mois : vingt-huit francs.



LA CHASSE DE NUIT PAR AVION-PROJECTEUR

Les grandes difficultés rencontrées actuellement par la chasse de nuit et le faible rendement qui en résulte, aussi bien en secteur obscur qu'en secteur éclairé, malgré la collaboration des postes de détection et des batteries de projecteurs au sol, ont amené les spécialistes à proposer l'emploi d'avions spéciaux munis de puissants projecteurs et chargés d'explorer l'espace aérien qui leur est dévolu à la recherche des bombardiers ennemis. Ces avions-projecteurs devraient se rapprocher de la formule du destroyer bimoteur actuel, dont la vitesse est du même ordre que celle des chasseurs les plus rapides et qui les surclasse en armement.

LA CHASSE DE NUIT PEUT-ELLE LUTTER EFFICACEMENT CONTRE L'AVIATION DE BOMBARDEMENT ?

par Camille ROUGERON

La chasse de jour, par temps clair du moins, a donné largement tous les résultats que l'on en attendait, au point d'interdire à elle seule les expéditions massives de jour de la Luftwaffe au-dessus de la Grande-Bretagne et, mieux encore, d'avoir obligé par sa seule menace la Royal Air Force à ne tenter que des raids de nuit sur l'Allemagne. La chasse de nuit, tout au contraire, a fait preuve des deux côtés d'une impuissance à peu près complète qui, doublant celle de la D.C.A., aboutit à la situation qui dure sans interruption depuis octobre 1939 : les deux adversaires peuvent impunément se détruire l'un l'autre, sans pertes sensibles pour leur aviation de bombardement, dans l'extrême limite du rayon d'action de leurs appareils. Pour les deux belligérants, mettre fin à l'impuissance de la défense nocturne antiaérienne est devenu un problème capital. L'avion projecteur, préconisé dès 1938, ne semble pas capable de retrouver le bombardier de nuit et d'engager le combat efficacement avec lui. Mais il serait sans précédent qu'une arme ne trouve sa parade, et, si l'on en croit le maréchal de l'air Dowding, ancien chef de la Fighter Command, le problème de la chasse de nuit trouverait prochainement sa solution technique.

La chasse de nuit au cours de la guerre de 1914

Au cours de la guerre de 1914-1918, la chasse de nuit fut essentiellement une création de l'aviation britannique, qui en obtint d'excellents résultats, et en particulier l'arrêt presque complet des expéditions aériennes contre la Grande-Bretagne après les derniers mois de 1917.

Lorsque l'artillerie eut fait la preuve de son insuffisance contre les avions de bombardement aux performances cependant bien modestes d'alors, en vitesse et en plafond, on songea aussitôt à demander à l'aviation de chasse de prolonger de nuit une action qui avait été assez efficace, de jour, pour interdire pratiquement les expéditions de bombardement.

La tactique la plus naturelle était l'attaque en liaison avec les projecteurs. Dès qu'ils atteignaient le diamètre de 90 cm, ceux-ci permettaient de saisir et de maintenir aisément dans leur faisceau les bombardiers à faible vitesse et faible plafond. Le chasseur pouvait exécuter son tir en se maintenant hors du faisceau ; il bénéf-

ficiait de l'avantage de la surprise contre un adversaire qui ne le voyait pas s'approcher ; il jouissait de plus d'une sécurité inconnue dans le combat de jour, puisqu'il ne craignait pas de riposte. La chasse de nuit était le triomphe du chasseur biplace qui pouvait naviguer dans le noir, au côté de son adversaire et à la même vitesse que lui, et le mitrailler aussi longtemps qu'il le désirait.

La chasse en secteur obscur, c'est-à-dire sans l'aide des projecteurs, suivit rapidement la chasse en secteur éclairé. L'expérience du vol de groupe montrait suffisamment que les avions se voient de nuit, sans éclairage de bord ni projecteurs. Surtout s'il se détache sur le ciel, l'avion est aperçu, tout comme l'arbre ou la maison qui ne sont pas de dimensions supérieures. La distance de visibilité dépend du ciel, couvert ou clair, et de l'éclaircissement lunaire. Par lune et temps clair, conditions fréquemment recherchées par les bombardiers, la chasse de nuit sans éclairage était donc relativement aisée. La tactique préférable était le vol des chasseurs sous les bombardiers, ceux-ci se détachant alors sur le ciel, tandis que les

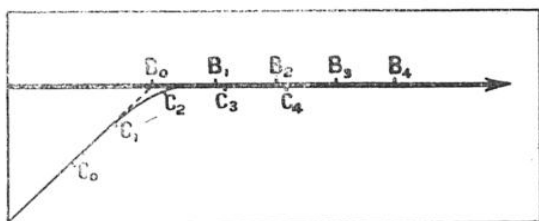


FIG. 1. — RENCONTRE DE NUIT (1918) D'UN CHASSEUR ET D'UN BOMBARDIER A 150 KM/H

Le chasseur C_0 qui apercevait à 100 m devant lui le bombardier B_0 au moment où il croisait sa route sous 45° , pouvait se placer derrière lui en deux secondes par un virage sous faible accélération (1,25 g) et s'y maintenir ensuite aussi près qu'il le désirait.

premiers n'apparaissaient pas sur le sol; le matériel préférable était encore le chasseur biplace que le pilote pouvait maintenir sur une route parallèle à celle de l'adversaire et à même vitesse que lui, pendant que le mitrailleur exécutait un tir n'exigeant aucune correction.

Aussi bien en secteur éclairé qu'en secteur obscur, la chasse de nuit n'était alors qu'une question de patience. Si le matériel avait présenté la sécurité des avions actuels, si l'on avait disposé de moyens de détection et de liaison entre le sol et la chasse aussi efficaces que maintenant, le bombardement de nuit n'aurait pas duré longtemps. Malgré les conditions difficiles qui lui furent faites, la chasse de nuit obtint des succès appréciables. Il n'y eut jamais ces destructions complètes d'escadrilles de bombardement que seule permettait l'action de jour, mais une lente usure qui donnait aussi sûrement un résultat équivalent. Une aviation de bombardement ne peut pas consentir la perte régulière de 10 % de ses effectifs à chaque expédition de nuit.

Le risque couru est d'ailleurs un des plus démoralisants qui soient. De jour, l'équipage du bombardier qui voit les chasseurs se précipitant sur lui sait que le sort du combat dépend de son entraînement, de son adresse, de sa résistance physique; il lui reste l'espoir d'en descendre un comme tant d'autres l'ont fait avant lui. De nuit, que faire contre un adversaire invisible, auquel on vous désigne et on vous passe, de faisceau en faisceau?

Que faire même en secteur obscur contre des chasseurs également invisibles, qui ont toute liberté de se promener au-dessous de vous? L'avion de bombarde-

ment se trouve alors dans la situation pénible du sous-marin contraint de traverser en plongée un barrage de mines, quand la statistique des croisières ou la connaissance de la densité du barrage enseignent à l'équipage qu'on disparaît en moyenne après la cinquième traversée.

La chasse en secteur obscur

Depuis la guerre de 1914-1918, les conditions de la chasse en secteur obscur se sont complètement transformées, sous l'effet des progrès de la détection et des performances des appareils.

De nuit comme de jour, la détection et la radiotéléphonie permettent aux services de guet de suivre les expéditions aériennes et de signaler en permanence leur position. C'est un progrès énorme de la défense. La chasse de nuit n'en est plus réduite à explorer au hasard de vastes secteurs où ne passe aucun adversaire. Elle sait à chaque instant d'une manière exacte où se trouve celui-ci.

Mais il ne peut s'agir que de la position par rapport au sol; le chasseur ne connaîtra la position de son adversaire par rapport à lui qu'à la condition de se placer, lui aussi, avec la même précision. C'est bien difficile. La détection est incapable de l'aider. Dès qu'il sera au voisinage immédiat de l'expédition qu'il poursuit, il se confondra avec elle.

Ce qui permet aujourd'hui aux bom-

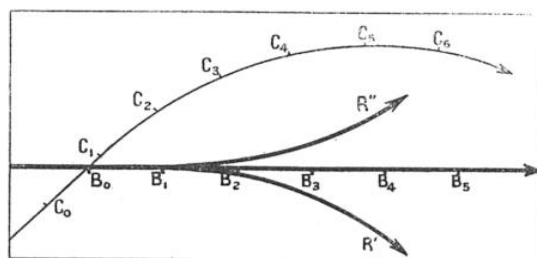


FIG. 2. — RENCONTRE DE NUIT (1940) D'UN CHASSEUR ET D'UN BOMBARDIER A 450 KM/H

Si le chasseur C_0 aperçoit à 100 m devant lui le bombardier B_0 au moment où il croise sa route sous 45° , et qu'il mette une seconde avant d'entamer un virage sous l'accélération 2,5 g, la distance croît très rapidement pour atteindre près de 300 m lorsque les adversaires sont, cinq secondes plus tard, en C_5 et B_5 . Si le bombardier, au lieu de continuer en route droite, vire dans le même sens que le chasseur (route R'), la distance passe très rapidement à 500 m. Si le bombardier vire en sens inverse (route R'') et surtout s'il ralentit en prenant de l'altitude, il se place derrière le chasseur qui n'a plus alors aucune chance de le retrouver.

bardiers d'échapper, c'est l'augmentation de leur vitesse. Le chasseur aperçoit brusquement une masse noire dans le ciel clair, qui disparaît aussi vite qu'elle s'est présentée. Il a croisé un bombardier. Pour le descendre, il lui faut le suivre, en infléchissant sa route derrière celle de l'adversaire. C'était déjà difficile en 1918, où bien peut de nos Spad ont réussi à ne pas lâcher le Gotha fugitivement aperçu. C'est presque impossible aujourd'hui, où les vitesses de croisière se sont multipliées par trois et les rayons de giration sous la même accélération par neuf, pendant que les limites de visibilité du pilote de chasse sont restées stationnaires. Dès que celui-ci amorce son virage, il voit disparaître un adversaire qu'il ne retrouvera plus.

La seule chance qu'ait le chasseur de ne pas perdre le contact est de se trouver à l'instant de la rencontre sur une route à peu près parallèle à celle du bombardier. Il ne tient qu'à celui-ci d'éviter ce risque en multipliant les changements de route que la détection ne décèle qu'avec un certain retard et en ne suivant à aucun moment la route moyenne que le guet transmet au chasseur.

L'expérience de la chasse de jour montre que le bombardier n'est généralement descendu qu'après plusieurs attaques. S'il échappe à la première, il tentera évidemment, de nuit, les mêmes dérobements qui parviennent quelquefois à le sauver de jour. Mais la manœuvre est alors beaucoup plus efficace.

De jour, elle est aperçue par le chasseur dès son début. S'il perd de vue un instant l'avion poursuivi, un rapide coup d'œil lui permet de le retrouver. De nuit, le chasseur ne se rend compte du virage

de la masse sombre qu'il a devant lui que lorsqu'elle l'a franchement amorcé ; s'il la perd de vue un instant, il ne la retrouvera plus. La difficulté de poursuivre l'adversaire qui se dérobe est la même que dans le cas où le chasseur, à la recherche du bombardier, croise la route de celui-ci sous grand angle. Les vitesses des appareils actuels en font un problème insoluble.

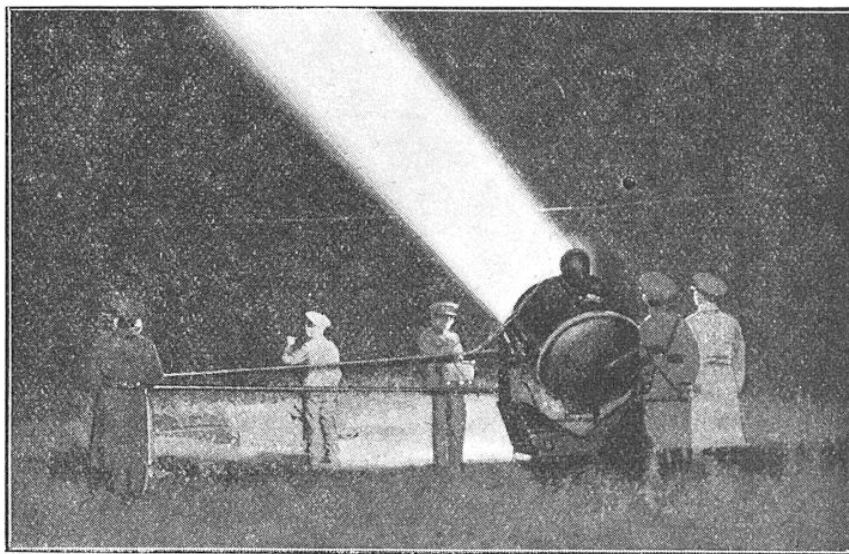


FIG. 3. — UN PROJECTEUR DE LA D.C.A. BRITANNIQUE T W 5374

Le servant pointe le projecteur au moyen d'une commande à distance assez rudimentaire qui lui permet de suivre son objectif en restant à quelque distance du faisceau qui l'aveuglerait. La télécommande électrique qui asservit le faisceau du projecteur à l'axe d'une lunette d'observation bino-culaire aux caractéristiques d'une jumelle de nuit est plus chère, mais d'emploi plus commode; elle permet d'établir le poste de commande à toute distance jugée utile et notamment d'abriter le servant des attaques d'avions mitraillant le projecteur.

Une des manœuvres de dérobement les plus efficaces de nuit est le piqué du bombardier. De jour, le piqué ne suffit pas à semer le chasseur, plus maniable. Mais, de nuit, il place sous le chasseur le bombardier, qui se détache alors très mal sur le sol, et qui est rapidement perdu de vue. Rien ne gêne aujourd'hui le recours à cette manœuvre; la résistance de la charpente du bombardier autorise toutes les défenses, et la pratique du pilotage sans visibilité permet de sortir aisément de toute situation.

L'une des raisons les plus lointaines et les plus curieuses de l'inefficacité de la chasse en secteur obscur est l'amélioration du rendement des moteurs. En 1914-1918, les échappements de moteurs laissaient une lueur rouge sombre qui se voyait fréquem-

ment et permettait la poursuite. Aujourd'hui, les échappements sont invisibles, car la température des gaz d'échappement diminue rapidement quand le rendement du moteur s'élève, et leur luminosité diminue beaucoup plus vite encore. L'amélioration est surtout manifeste lorsque la forte consommation tenait à l'irrégularité de carburation entre cylindres, qui allait jusqu'à la réinflammation à l'échappement des cylindres les plus riches.

Ce n'est d'ailleurs pas seulement la réduction de consommation de 280 g à 195 g par cheval-heure qui assure l'invisibilité des échappements; les constructeurs de moteurs ont apporté récemment tous leurs soins à l'étude de cette question. Le remède le plus simple est le mélange des gaz d'échappement avec de l'air froid ou, du moins, plus froid, tel que celui qui sort du capotage après refroidissement des moteurs. On n'oserait certainement plus présenter aujourd'hui, comme certains constructeurs le faisaient jusqu'en 1936, des moteurs dont les lueurs d'échappement étaient assez vives pour gêner le pilotage.

La chasse en secteur éclairé

L'inefficacité actuelle de la chasse en secteur éclairé tient également au double accroissement des performances des avions en plafond et en vitesse.

Le relèvement des plafonds oblige à une augmentation correspondante de la puissance des projecteurs. Là où des projecteurs de 0,90 m de diamètre éclairaient convenablement l'avion à 5 000 m, les projecteurs de 1,50 m à 2 m deviennent insuffisants contre avions entre 8 000 et

10 000 m. La section du faisceau varie en raison directe du carré de la distance; s'il n'y avait pas d'absorption, l'éclairement des avions qui le traversent varierait en raison inverse. Mais l'absorption dans les conditions moyennes de transparence de l'atmosphère est le facteur principal de réduction d'éclairement, et complète cet effet de l'ouverture du faisceau.

Le relèvement des vitesses facilite le dérobement des avions. Si les faisceaux des projecteurs d'aujourd'hui avaient la même ouverture que les faisceaux des projecteurs d'autrefois, l'augmentation des plafonds compenserait en partie celle des vitesses et la durée de traversée d'un faisceau immobile par un avion ne serait pas beaucoup plus faible en 1940 qu'en 1918. Mais si la puissance des projecteurs a été accrue, c'est parce qu'on a employé des charbons de brillance plus élevée et de surface éclairante relativement plus faible; il n'y a pas similitude géométrique entre le projecteur de 1940 et celui de 1918, et l'ouverture

du faisceau est aujourd'hui beaucoup plus faible. Les avions en sortent facilement.

Même si l'on parvenait à maintenir le bombardier dans un faisceau ou dans un groupement de faisceaux, la facilité des manœuvres de dérobement sans risque ni pour la résistance de l'appareil, ni pour la sécurité du pilotage, rendrait bien plus délicate la tâche du chasseur. On est loin de l'époque où celui-ci pouvait se tenir dans l'obscurité en dirigeant son feu sur un adversaire éclairé. Le chasseur doit entrer dans les faisceaux, piquer à la suite du bombardier vers le projecteur qui les éblouit tous les deux. Mais leur

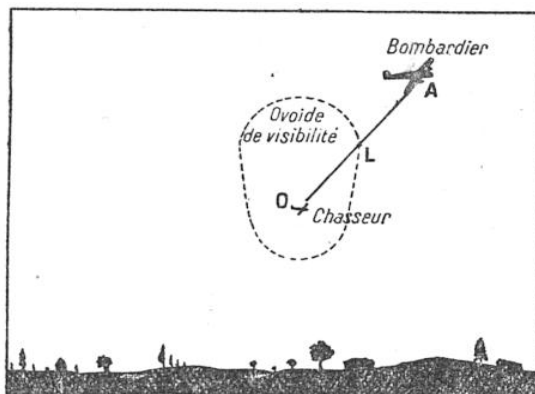


FIG. 4. — L'OVOÏDE DE VISIBILITÉ

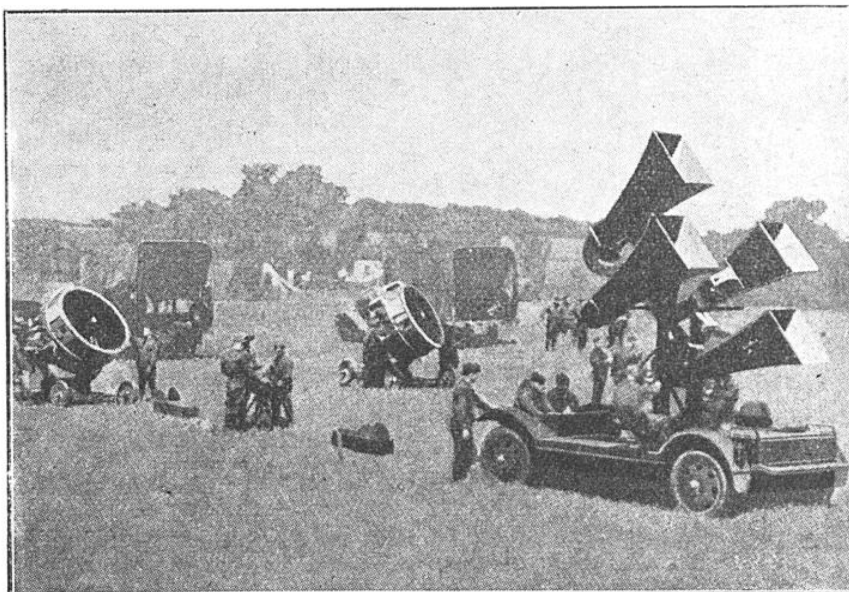
Si l'on porte dans chaque direction telle que OA la limite de distance L à laquelle un avion peut être vu de nuit de l'observateur, le lieu des points L définit l'ovale de visibilité à l'intérieur duquel doivent se trouver les avions pour être vus. En général, le sommet le plus rapproché de l'observateur se trouve en direction du sol, l'inverse ne pouvant se produire que par temps couvert et sol éclairé. La forme de l'ovale et ses dimensions absolues dépendent de très nombreux facteurs : dimensions de l'avion, éclairage du ciel et du sol, âge et position de la lune, acuité visuelle et jusqu'à nourriture de l'observateur. N'a-t-on pas découvert, en effet, précisément à l'occasion de la D.C.A., que l'insuffisance d'acuité visuelle de nuit était un des symptômes de début du manque de vitamine A, qui aboutit à la « xérophtalmie » et la perte de la vision, et qui se traite très bien par une ration supplémentaire de beurre ou d'huile de foie de morue?

aveuglement commun est l'échec de l'un et le salut de l'autre.

Les expéditions de bombardement disposent d'ailleurs, contre les projecteurs, de moyens de défense passifs et actifs qu'elles ne connaissent pas en 1914-1918.

Le plus efficace des premiers est l'éblouissement des postes de commande des projecteurs par les bombes éclairantes à parachute et réflecteur dont la puissance s'est considérablement accrue. Il convient spécialement au-dessus de l'objectif; il en assure l'éclairage en même temps qu'il protège les bombardiers dans le seul parcours qu'ils aient à faire en ligne droite, celui où ils exécutent leur visée.

On a longtemps cru que les différents matériels de D.C.A., éloignée ou rapprochée, pouvaient travailler sans risquer une riposte directe de la part de l'avion; c'est tout au plus si l'on consentait à les



T W 5375

FIG. 6. — UNE INSTALLATION AMÉRICAINE DE PROJECTEURS

L'installation des projecteurs de D.C.A. comporte aujourd'hui tout un ensemble d'appareils pour faciliter leur emploi : postes d'écoute, postes de commande à distance, parallaxeurs... Le poste d'écoute est devenu l'auxiliaire indispensable du projecteur qui n'aurait aucune chance de rencontrer de son pinceau étroit l'avion à grande vitesse s'il ne pouvait ouvrir son faisceau dans une direction très voisine que lui indique le poste d'écoute. C'est à la défaillance de l'écoute dans le cas d'attaques à gros effectifs, genre « Coventry », que l'on doit attribuer les faibles résultats obtenus alors par la chasse en secteur éclairé; les chances de descendre un avion sont d'autant plus faibles que les avions sont plus nombreux. Les parallaxeurs sont indispensables d'une part à l'écoute, d'autre part à la direction d'un projecteur par un poste de commande éloigné; ils résolvent alors mécaniquement le triangle avion-poste de commande-projecteur.

protéger par quelques pare-éclats en sacs à terre. Même après l'expérience de Pologne et de Norvège, on ne croyait pas toujours nécessaire de les placer sous abri couvert. De tous ces matériels de défense, le gros projecteur est celui qui se prête le moins à une mise en batterie sous un tel abri. A plusieurs reprises, les projecteurs ont été mitraillés et bombardés par les avions qu'ils éclairaient.

L'avion-projecteur

Il était aisé de prévoir, ces dernières années, les difficultés croissantes de la chasse de nuit, et l'on avait proposé d'y affecter des appareils spéciaux, équipés de projecteurs assez puissants pour une action en autonomie, sans le concours de l'éclairage à partir du sol. Il est peu probable que de tels



T W 5376

FIG. 5. — UNE BATTERIE DE D.C.A. AMÉRICAINE EFFECTUANT UN TIR D'EXERCICE DE NUIT



FIG. 7. — UN PROJECTEUR DE D.C.A. ALLEMAND
Le servant, au téléphone, transmet les ordres d'allumage et de pointage sur les indications du poste d'écoute au son et du poste d'observation éloigné.

appareils aient été employés jusqu'ici en grand nombre; ils n'ont pas eu en tout cas le succès escompté.

Assurément, l'avion-projecteur échappe à quelques-unes des difficultés que rencontre la chasse en secteur éclairé comme en secteur obscur.

Son efficacité est indépendante du plafond de l'adversaire; l'absorption atmosphérique est même d'autant plus faible que l'altitude est plus grande.

Le projecteur de bord déjoue les manœuvres de dérobement du bombardier, autant du moins qu'on peut le faire. En théorie, l'avion de chasse équipé d'un projecteur peut suivre son adversaire comme en plein jour.

Mais la réalisation et l'emploi de l'avion-projecteur présentent cependant quelques difficultés, qui en font un problème assez différent du montage d'une paire de phares sur une auto. Il faut un faisceau de projecteur très ouvert, et même un faisceau orientable, pour ne pas perdre un objectif qui sera le plus souvent très éloigné de l'axe du chasseur. L'ouverture du faisceau réclame de la puissance, donc du poids pour la dynamo. L'encombrement du projecteur et la nécessité de l'orientation s'accommodent mal de l'installation dans le bord d'attaque de l'aile, qui convient à la rigueur pour un atterrissage de nuit. Il faut donc avoir recours au bimoteur avec installation du projecteur à l'avant du fu-

selage. Le biplace (au moins) est d'ailleurs préférable pour alléger la tâche du pilote du souci de l'orientation. On est donc conduit à un appareil du type des chasseurs bimoteurs de jour.

Si l'aménagement d'un tel appareil n'est au fond qu'une question de soin et de temps, son emploi pose un problème beaucoup plus grave, qui met en cause le principe même de l'avion-projecteur. On n'avait pas attendu la guerre actuelle pour remarquer que la méthode d'emploi la plus prudente de cet autre porteur de projecteurs, qui est le navire de guerre, consiste à ne pas s'en servir; on évite ainsi d'attirer plus d'adversaires aériens qu'on ne parviendrait à en repousser. L'emploi du projecteur par le chasseur de nuit ne fait-il pas courir le même risque? Il n'y a pas aujourd'hui une telle différence entre les capacités offensives du bombardier et du chasseur pour que ce dernier puisse se promener avec un projecteur allumé à la recherche des appareils de l'escadrille qu'on lui signale. S'il doit y avoir des avions descendus au cours de la bagarre, il est bien possible que ce soit surtout ceux de la défense.

L'avenir de la chasse de nuit

Aux côtés d'une artillerie de D.C.A., aussi impuissante de jour que de nuit,

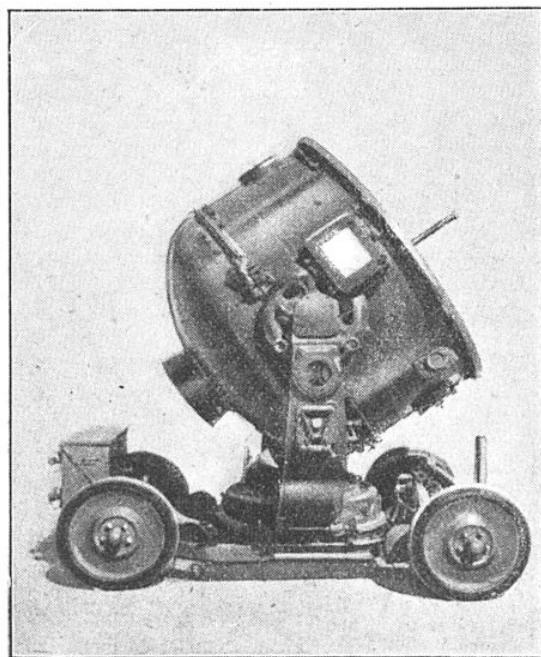


FIG. 8. — PROJECTEUR ITALIEN DE 1 200 MM

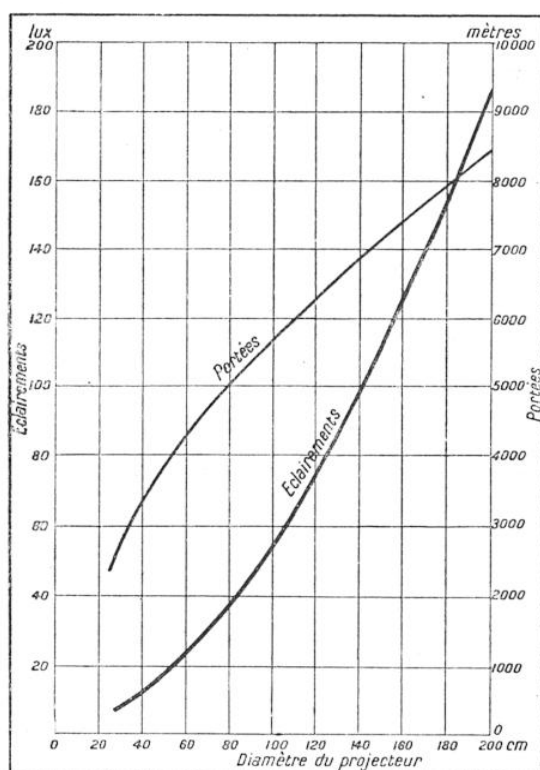


FIG. 9. — ÉCLAIREMENT ET PORTÉE DES PROJECTEURS DE 1914-1918

Les courbes ci-contre donnent, d'après M. Jean Rey, l'éclairage à 1 000 m et la portée des projecteurs couramment utilisés au cours de la guerre de 1914-1918. L'éclairage est indiqué (échelle de gauche) en lux, le lux étant l'éclairage donné à 1 m par une source d'une bougie sur une surface normale au rayon lumineux. La courbe des portées correspond à un coefficient de transparence de 0,9, c'est-à-dire pour une absorption de 10 % du flux lumineux après traversée d'une couche d'air de 1 km. Le chiffre de 0,5 lux correspond à deux fois et demie celui donné par la pleine lune passant au méridien. On voit la difficulté de réalisation des grandes portées. En passant du projecteur de 0,60 m au projecteur de 2 m, il faut multiplier l'éclairage à 1 000 m par près de 9 pour doubler la portée.

la chasse est actuellement le seul espoir que l'on ait d'arrêter une destruction qui viendrait rapidement à bout de l'Europe occidentale si on ajoutait de part et d'autre quelques milliers de bombardiers aux quelques centaines qu'on est parvenu jusqu'ici à faire naviguer chaque nuit. Mais la chasse n'a encore prouvé que de jour sa capacité d'arrêt du bombardement. En sera-t-il toujours ainsi?

L'aviation de bombardement n'a pas eu encore à faire montre de beaucoup d'imagination pour résister à ses adversaires;

il lui a suffi de reprendre ses expéditions de nuit tout comme en 1918, en utilisant au maximum le plafond des appareils qu'elle se trouvait posséder. Qu'une pareille tactique n'ait pas été préméditée, c'est bien certain; on chercherait vainement, dans les règlements ou les doctrines officielles d'avant-guerre, quoi que ce soit au sujet des missions de bombardement de nuit vers 10 000 m. Les spécialistes du bombardement aérien se trouvaient pleinement d'accord avec les spécialistes de l'armée et de la marine pour se gausser du bombardement sur zone exécuté à haute altitude.

Heureusement pour l'attaque, la défense n'a pas fait preuve jusqu'ici de plus d'imagination. Mais la recherche des moyens de lutter contre les bombardements de nuit s'impose aujourd'hui avec une telle urgence que l'apparition d'armes ou de tactiques nouvelles qui viendraient troubler la tranquillité des bombardiers n'est pas à exclure.

Camille ROUGERON.

Un spécialiste américain de la construction des moteurs d'avions a déclaré récemment que d'ici deux ans on pourra fabriquer des groupes moteurs de 6 000 à 7 000 ch de puissance unitaire. Il a établi sur ces données un projet d'hydravion de combat gros porteur d'un poids total de 152 tonnes et d'une envergure de 75 m, équipé de quatre groupes moteurs de ce genre et capable d'emporter 18 tonnes de bombes pour une durée de vol de 20 heures et 45 tonnes de bombes pour 10 heures de vol. Il serait armé de quatre canons de 37 mm et quatre mitrailleuses de 13 mm. Sa vitesse de croisière serait de 400 km/h. En mettant des appareils de ce type en chantier immédiatement, il estime que les Etats-Unis pourraient, dans cinq ans, disposer d'une flotte de 100 de ces hydravions géants.

UNE ARME NOUVELLE : LA MINE AÉRIENNE

par André FOURNIER

Depuis le début du conflit, aucun engin spécifiquement nouveau n'avait vu le jour : le char, l'avion, la vedette rapide, le sous-marin et même la mine magnétique ont déjà été employés il y a vingt ans. Seuls ont changé le rapport des forces et les possibilités des engins. Voici que la mine aérienne vient de faire son apparition dans le ciel anglais. D'une conception fort simple, elle semble destinée à interdire les bombardements du type « Coventry » en palliant l'insuffisance de la défense antiaérienne de nuit. Mais le bombardier apprendra sans doute assez vite à éviter ce nouveau piège et n'en continuera pas moins à semer partout la destruction.

La renaissance de la mine aérienne

LA mine aérienne est le premier engin nouveau de défense contre avions que nous ait apporté la guerre de 1939. Chasse de jour et de nuit, artillerie de défense rapprochée et de défense éloignée, projecteurs, attaque à la bombe des avions au sol et des terrains, tout cela existait dès 1918. Aucune des très nombreuses inventions qui ont vu le jour depuis 22 ans et connu les honneurs de la presse spécialisée comme des journaux de grande information n'avait pu franchir les nombreux barrages dressés entre l'inventeur et le militaire exécutant; le « contre-bombardement », l'arrêt des magnétos par des ondes spéciales, les nuages explosifs, toxiques ou abrasifs, les filets à papillons grand modèle, s'entassaient, sous forme de brevets, de notices et de rapports, dans les bureaux des ministères et les dossiers des commissions d'expériences, sans que rien d'utilisable en soit sorti jusqu'ici. Voici enfin qu'une légion d'inventeurs obstinés est parvenue à imposer un essai en vraie grandeur de la mine aérienne.

Le faire part de cette naissance est apparu sous forme d'un communiqué officiel publié dans la presse française, qui annonçait l'arrivée en zone libre d'éléments de barrage de la D.C.A. britannique comportant un ballonnet de 1,50 m de diamètre, un ou plusieurs parachutes, 1 000 mètres de fil métallique et un engin explosif de 12 cm×5 cm, et qui mettait en garde contre leur manipulation.

Le principe de la mine aérienne

Semer les airs de mines explosives, comme on le fait dans les eaux, est une idée qui vient naturellement à l'esprit. Mais la mine sous-marine a simplement besoin de couvrir une nappe mince un peu en dessous du niveau des basses mers; ancrée sur le fond, elle peut servir pendant des années, tant que les tempêtes n'ont pas cisailé son orin.

La mine aérienne, au contraire, doit barrer pour le moment une douzaine de milliers de mètres, pour arrêter aussi bien les avions en vol rasant que les chasseurs portant une bombe légère au voisinage de leur plafond. C'était le problème du barrage de mines tendu en 1917-1918, de l'Ecosse à la Norvège, pour bloquer les sous-marins allemands en mer du Nord, qui se posait à nouveau, mais à une échelle cent fois plus grande. D'autre part, la mine aérienne est entraînée par le vent; il faut donc être prêt à renouveler le barrage à chaque expédition, et souvent même plusieurs fois par nuit. Pour rester dans la limite des consommations possibles, il fallait donc multiplier l'efficacité en hauteur de chaque engin et en organiser la récupération.

L'une et l'autre de ces exigences étaient relativement aisées à satisfaire.

La première, la multiplication de l'efficacité de hauteur, est obtenue par le fil, le fil de 1 000 m dont il est question dans la note officielle française. Son rôle est entièrement différent de celui de l'orin des mines sous-marines ou du câble des

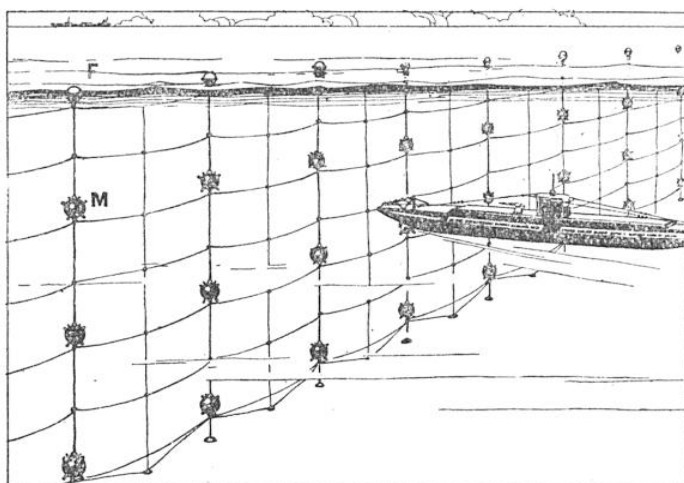


FIG. 1. — UN FILET A MINES CONTRE SOUS-MARINS

Des flotteurs *F* supportent un filet à larges mailles qui portent de loin en loin des mines *M*. Le sous-marin en plongée rencontrant le filet, l'entraîne et fait rabattre les mines contre sa coque où elles explosent. Le filet indicateur comporte simplement les flotteurs, accompagnés ou non de boîtes à phosphore ouvertes et enflammées par la traction, dont le déplacement permet de suivre la route du sous-marin qu'on détruit alors à la grenade. De nombreuses propositions de filets aériens à mines, qui étaient suspendus à des ballons, ont été présentées depuis des dizaines d'années; elles se heurtent à la difficulté du maintien de cet ensemble à grande altitude par vent violent.

ballons de protection qui servent à l'ancrage de ces engins; le fil de la mine aérienne n'a d'ailleurs pas la résistance qui conviendrait à cet emploi, car un ballonnet de 1,50 m de diamètre ne pourrait pas en porter 1 000 m. Son rôle rappelle, au contraire, de très près celui du filet à mines contre sous-marins, où un filet léger portant de loin en loin quelques mines se rabat sur le sous-marin qui l'accroche en amenant à son contact la mine qui explose par percussion au moment où elle le rencontre (fig. 1).

La mine aérienne du type le plus simple comprend un parachute (ou un ballonnet) portant par un fil de grande longueur un engin chargé

en explosif et muni d'une fusée percutante à fonctionnement instantané.

Il est aisé d'étudier, théoriquement et expérimentalement, le fonctionnement d'un tel engin (fig. 2).

L'avion rencontrant le fil, même très mince, ne peut le rompre. Il le met progressivement sous tension, en même temps que le fil se met à glisser sur le bord d'attaque de l'aile sous l'effet de la résistance aérodynamique très différente des organes qu'il porte à ses deux extrémités, ballonnet ou parachute à l'une, charge d'explosif à l'autre. L'élément de sustentation fait pratiquement point fixe et la charge remonte vers l'avion à une vitesse très voisine de la sienne propre. Arrivée au contact de l'aile, elle percute et, si la fusée est instantanée (retard de l'ordre de 1/1000 de seconde), elle éclate après rebondissement à une distance de l'aile de l'ordre de 15 à 20 cm.

Comment se fait-il qu'au cours de l'opération un fil aussi fin ne casse pas, sous l'effet du frottement sur l'aile ou de la tension provoquée par le remorquage à pareille vitesse de l'ensemble du parachute et de la charge explosive?

Il ne casse pas sous l'effet du frotte-

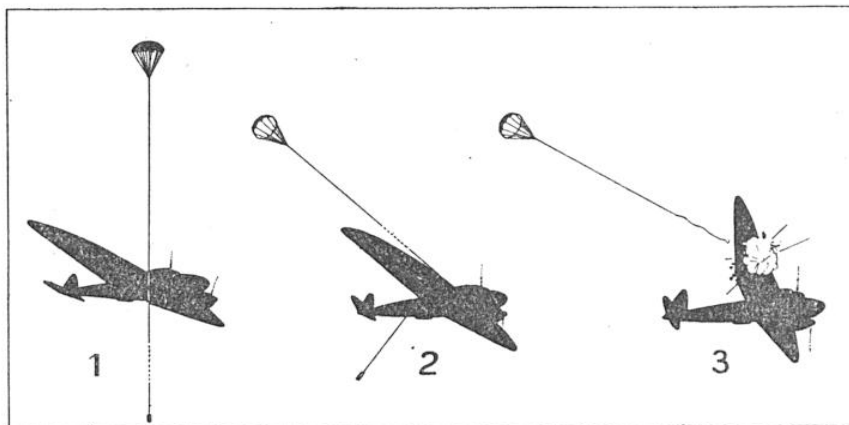


FIG. 2. — SCHÉMA DE FONCTIONNEMENT D'UNE MINE AÉRIENNE A PARACHUTE

En 1, la mine descendant à faible vitesse va être rencontrée par l'avion. En 2, après l'accrochage, le parachute forme point fixe, le fil glisse sur le bord d'attaque de l'aile et remonte la mine vers l'avion. En 3, la charge arrive au contact de l'aile et éclate sous l'effet de sa fusée percutante instantanée.

ment et de la chaleur qu'il développe parce que l'élément de fil au contact du bord d'attaque est constamment renouvelé. Pour le fil, le « portage » est constamment « rafraîchi » comme on prend soin de le faire dans la manœuvre d'un navire pour une aussière qui glisse sur une bitte ou un chaumard, lorsqu'elle fatigue trop. Si quelque chose doit céder, c'est le bord d'attaque de l'aile, et l'expérience montre, en effet, que le fil de lin ou de soie ainsi employé s'incruste fort bien dans le duralumin.

Le fil ne casse pas davantage sous la traction résultant du remorquage, parce que la tension commune (au frottement près) des deux brins du fil est fonction uniquement de la résistance aérodynamique du moins résistant des éléments remorqués, la charge explosive en l'espèce. Le parachute forme point fixe, ou plus exactement est remorqué à la vitesse très modérée qu'il peut prendre sous l'effet de cette tension commune des deux brins du fil. Le fil devra donc être calculé uniquement pour la résistance du remorquage de la charge explosive, qu'on pourra d'ailleurs fuseler.

Il est extrêmement facile de vérifier ce mode de fonctionnement par l'expérience sur engin inerte, et même sur modèle réduit d'engin inerte. Mais l'expérience avait déjà été faite à bien des reprises au cours des rencontres accidentelles de câbles de ballons. On s'aperçoit alors que le câble de ballon, même rencontré à 500 km/h par une aile d'avion, n'est pas un obstacle rigide, qu'il se met à glisser sur le bord d'attaque de l'aile en le cisailant plus ou moins pendant la durée très brève de sa mise sous tension. On s'aperçoit même que, la tension étant cette fois très forte (car c'est le ballon qu'il faut alors remorquer), l'avion entame un virage brusque du côté de l'aile atteinte et qu'avec un peu de sang-froid, le pilote arrive le plus souvent à se dégager; mais ceci est une autre question (fig. 3).

Le principe de la mine aérienne à fil une fois posé éliminait toute une catégorie d'inventeurs, la plus nombreuse, ceux qui tablaient seulement sur les chances de rencontre directe, bien faibles, de la charge explosive par l'avion, et même la catégorie de ceux qui avaient fait un pas de plus et utilisaient le fil pour provoquer à distance la percussion, mais avaient besoin d'une charge explosive très puissante. Restaient à résoudre les quel-

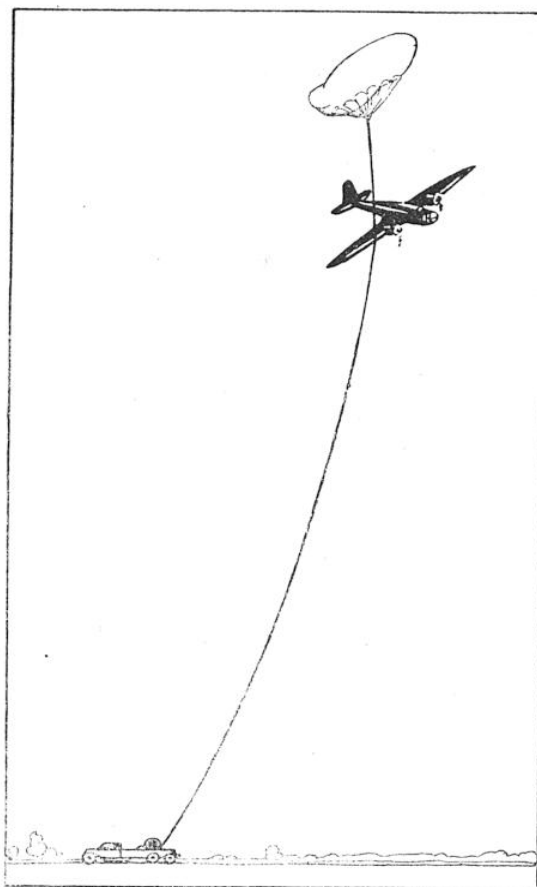


FIG. 3. — RENCONTRE D'UN AVION ET D'UN CÂBLE DE BALLON DE BARRAGE

La rencontre accentuée ou réduite, suivant le sens, la forme en « chaînette » du câble du ballon. Elle dévie violemment l'avion qui entre en virage rapide du côté de l'aile atteinte. Le décrochage est fréquent sans qu'il y ait besoin de protection spéciale, pour un avion à bord d'attaque renforcé, à faible inertie autour d'un axe vertical, surtout lorsqu'il rencontre le câble du ballon de barrage à très haute altitude. Un dispositif spécial de protection est au contraire indispensable pour dévier un fil de mine aérienne dont la réaction sur l'avion, au moment de la rencontre, reste faible.

ques problèmes de sécurité, récupération, facilité de construction, qui ne présentent pas grande difficulté pour un bureau d'études spécialisé, mais n'en arrêtaient pas moins la plupart des inventeurs qui, depuis de nombreuses années, avaient présenté sous presque toutes les formes possibles l'un des types de mines aériennes à fil, et, en désespoir de cause, en appelaient à l'opinion publique.

Aucun de ces problèmes n'était difficile.

Les conditions de sécurité se résument à un armement de la fusée différé jusqu'à ce que l'engin ait été lâché, d'avion ou du sol, et à un désarmement de la même fusée lorsqu'il retombait au sol, soit en chute libre au cas de rupture du fil, soit à son arrivée freinée par le parachute ou le ballonnet porteur. En combinant les hélices d'armement, déjà employées pour les bombes d'avions, les empennages pour inversion du sens de chute suivant qu'elle est libre ou freinée, les tensions variées du fil de suspension sous l'action du poids de la charge explosive et de sa résistance aérodynamique après accrochage, on disposait d'autant de principes qu'on pouvait le désirer pour satisfaire les exigences des services officiels qui ne manquaient pas d'objecter au malheureux inventeur toutes les hypothèses où son engin était plus dangereux pour le militaire qui le lançait ou le civil qui le recevait que pour l'aviateur qui aurait pu le rencontrer.

La récupération était aisée. La charge explosive, freinée par le parachute ou le ballonnet, arrivait au sol sans dégâts pour elle-même. La sustentation au moyen d'un parachute permettait en général la récupération en territoire ami; l'emploi du ballonnet avait l'inconvénient de la récupération par l'ennemi, lorsque son territoire se trouvait « sous le vent ».

Les réalisations possibles de la mine aérienne

Deux grandes classes de mines aériennes ont été proposées : celles que l'on doit larguer d'avion et celles que l'on peut lâcher du sol. Les premières emploient le parachute pour leur sustentation, les dernières le ballonnet, puis le parachute.

La mine à parachute est un engin dont le poids dépend essentiellement de la longueur de fil qu'il comporte et dont un parachute freine la descente à faible vitesse. On peut, par exemple, tabler sur un poids de l'ordre du kilogramme et une vitesse de l'ordre du mètre par seconde (au voisinage du sol).

Ce n'est pas l'importance de la charge explosive qui fixe le poids de l'engin, mais bien la longueur de fil. En effet, la charge explosive suffisante pour une avarie de l'aile qui oblige à l'atterrissage est assez faible. Le projectile à traceur de canon d'avion ou de D.C.A. de 20 mm, pour un poids total de l'ordre de 120 g, ne contient guère que 8 g d'explosif.

mais l'expérience a montré que les dégâts produits n'avaient pas l'effet que l'on escomptait sur les qualités de vol d'un avion moderne, à charpente métallique, de fort tonnage. La teneur en explosif des projectiles de 37 mm, pesant un peu plus de 500 g, est légèrement supérieure; les 50 g qu'ils peuvent porter font en général des avaries très graves sur les bombardiers modernes. On voit donc qu'il est inutile de dépasser le poids de 100 g pour la charge d'explosif, c'est-à-dire de 120 à 150 g pour l'ensemble de la charge, de son enveloppe et de sa fusée.

Au contraire, l'efficacité de la mine étant multipliée par la longueur du fil, il y a intérêt à le choisir aussi long que possible, ou plus exactement à adopter un rapport élevé entre le poids du fil et celui de la charge.

La vitesse de chute doit être faible. Plus elle l'est, et plus longtemps la mine restera dangereuse. Il y a cependant une limite à la réduction, à la fois du point de vue technique, car la vitesse de chute est proportionnelle à la racine carrée seulement de la surface du parachute, et du point de vue tactique, car une trop faible vitesse, par grand vent, interdirait à l'aviation amie un secteur trop étendu du territoire à défendre. Il ne paraît pas utile de descendre au-dessous de 1 m/s de vitesse moyenne, ce qui donne deux à trois heures d'efficacité à la mine lâchée au plafond des bombardiers actuels. On obtiendra ce résultat avec des surfaces de parachute faibles; la voilure peut être soit en tissu très mince, soit en papier.

Les mines seront arrimées sur avion, parachutes pliés, fils lovés, dans un emballage qu'une ficelle déchirera au moment du largage. Un lance-mines automatique les répartissant à intervalle constant est désirable.

La mise en place du barrage sera faite sur indication des services de guet par des avions à grand plafond. On pourra chercher à encercler la formation de bombardement signalée, ou à entretenir une densité suffisante de mines au-dessus de l'objectif, une fois celui-ci connu. Le nombre d'avions nécessaire n'est pas très élevé. En espaçant de 40 m des mines de 2 kg et 1 000 m de fil, l'avion chargé à 1 000 kg met en place en quelques minutes un barrage de 20 km de longueur sur 1 km de hauteur, où un avion de 20 m d'envergure a une chance sur deux d'accrocher une mine.

Le dimensionnement de la mine à ballonnet est fondé sur les mêmes principes. Le poids principal est encore celui du fil; le poids du ballonnet et de la charge explosive sont une fraction faible du total.

Sa mise en place est évidemment plus aisée que celle de la mine à parachute. L'avion et l'aviateur ont aujourd'hui tellement d'emplois et sont si difficiles à construire ou à former que tout doit être mis en œuvre pour les décharger de missions qu'on peut exécuter à partir du sol. Mais la mine à ballonnet n'a pas tous les avantages de la mine à parachute. On ne peut notamment encercler avec elle une formation à haute altitude; la vitesse ascensionnelle de la

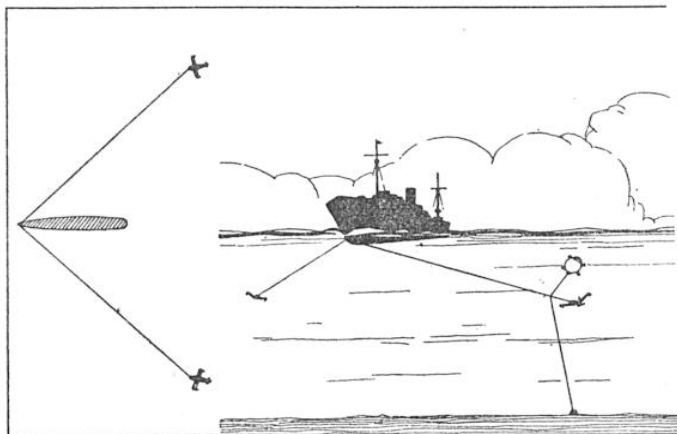


FIG. 5. — LA PROTECTION AU MOYEN DE « PARAVANES » OU D'« OTTERS » D'UN NAVIRE TRAVERSANT UNE ZONE MINÉE

Deux aussières remorquant un flotteur spécial « divergent » grâce à l'inclinaison du plan vertical de son empennage son attachées au pied de l'étrave. Elles écartent du navire les orins des mines qui ne sont pas rencontrées directement, ce qui est le cas général. Cette protection dérive du principe de la drague divergente appliquée pour la première fois dans la marine française. Elle est connue sous le nom de « paravane » dans la marine britannique, qui la mit au point au cours de la guerre de 1914-1918, et d'« otter » dans la marine allemande, qui construisit presque aussitôt un dispositif de protection du même type.

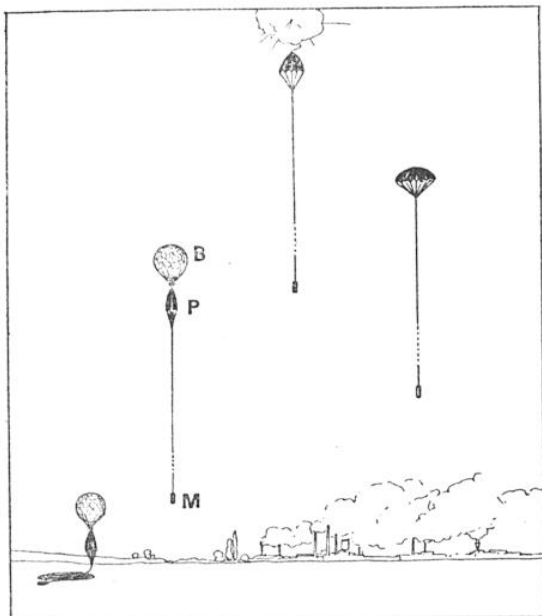


FIG. 4. — SCHÉMA DE FONCTIONNEMENT D'UN DES TYPES DE MINE A BALLONNET ET PARACHUTE

Le ballonnet B portant un parachute plié P et la mine M par l'intermédiaire de son fil est préparé au sol, où, par vent faible, il protège d'ailleurs contre les attaques à basse altitude, si on prend soin de l'amarrer au moyen d'un fil de résistance plus faible que celui de la mine. A l'instant du lâcher, le ballonnet B, fortement gonflé, monte à grande vitesse ascensionnelle au-devant des avions attendus. Au-dessus du plafond des avions, le ballonnet éclate, le parachute s'ouvre et l'engin descend à vitesse réduite.

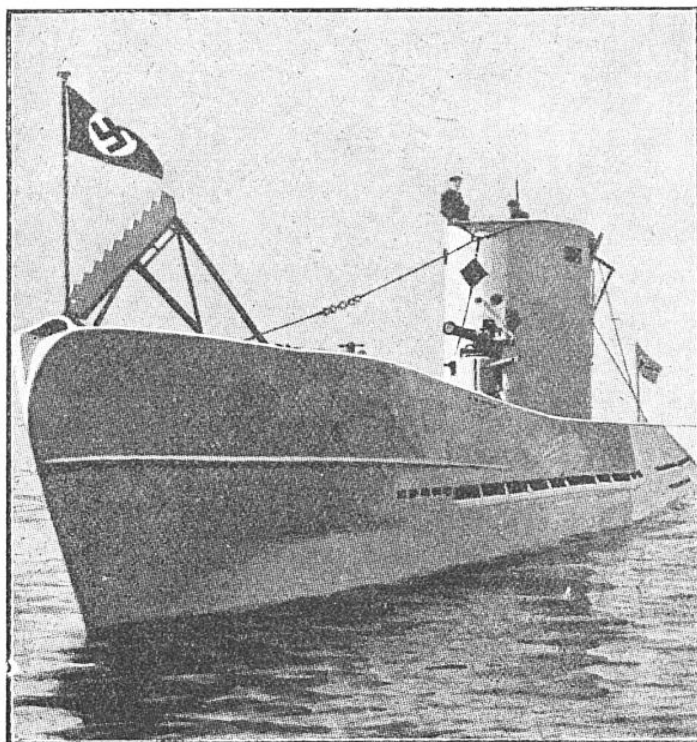
mine au voisinage de l'altitude d'équilibre est trop faible. Le vent la transporte à très grande distance; elle interdit à l'aviation amie des secteurs étendus; elle peut être récupérée par l'ennemi.

A quoi peuvent servir les combinaisons parachute-ballonnet signalées par le communiqué français? Très certainement à permettre la mise en place du barrage à partir du sol, donc sans exiger d'avions, en évitant ou en atténuant quelques-uns des inconvénients du ballonnet employé seul. On peut, par exemple, concevoir un ballonnet assez peu résistant pour éclater au plafond des bombardiers et libérer ensuite un parachute (fig. 4). Mais bien d'autres combinaisons sont possibles.

Que peut-on attendre de l'emploi de la mine aérienne?

On ne s'étonnera pas qu'on ne puisse porter, pour l'instant et pour bien des raisons, qu'une appréciation réservée sur les résultats à attendre de l'emploi généralisé de la mine aérienne.

Autant on peut conclure fermement à la supériorité de la chasse dans ses opérations de jour, par temps clair, contre le bombardement, ou à la supériorité du



T W 5609

FIG. 6. — LA PROTECTION DU SOUS-MARIN EN PLONGÉE DANS LES CHAMPS DE MINES ET DE FILETS

A l'avant du sous-marin, un couteau semblable à une lame ébréchée cisaille les câbles de filet qu'il peut rencontrer. Les autres sont déviés par l'antenne de radio disposée en oblique du sommet de l'étrave au sommet du kiosque et ne peuvent être accrochés par celui-ci. Des gardes pour les hélices et les barres de direction et de plongée complètent cette protection en empêchant l'accrochage par ces organes des câbles de filets ou même des orins de mines qui fonctionneraient alors suivant le principe de la mine aérienne. le crapaud formant point fixe et la charge explosive étant ramenée au contact de la coque par le glissement de l'orin. Tous ces dispositifs de protection ont été inaugurés en 1914-18 par la marine allemande.

bombardement au cours de ses expéditions de nuit tant qu'une tactique ou un matériel nouveau n'auront pas bouleversé les conditions d'emploi de la chasse, autant la conclusion quant à l'efficacité de la mine aérienne doit être nuancée.

Laissons de côté pour l'instant les parades purement techniques sur lesquelles nous reviendrons dans le paragraphe suivant.

On doit inscrire à l'actif de la mine aérienne qu'elle est la première défense sérieuse contre le bombardement de nuit. La faillite de l'artillerie est ici absolue; l'expérience de dix-huit mois de guerre confirme sans discussion possible les pronostics qu'on pouvait faire au vu des don-

nées techniques de la question; l'équipage imprudent, qui aura trouvé fatigant le vol à haute altitude, ou gênantes les manœuvres de dérobage, tout comme le fantassin de 1915 qui se faisait tuer pour n'avoir pas voulu se mouiller les pieds en suivant le boyau. La faillite de la chasse de nuit est du même ordre; la vitesse des avions actuels lui interdit de reproduire les quelques résultats qu'elle avait obtenus en 1917-1918 (1).

De nuit, la menace de la mine aérienne crée un danger permanent qui peut au moins obliger l'aviation de bombardement à modifier sa tactique. La « coventrisation », c'est-à-dire la concentration de plusieurs centaines d'appareils se succédant sans arrêt sur un objectif de dimensions réduites, qui met en défaut à la fois l'écoute et les projecteurs liés à l'écoute, risque de coûter cher aux escadres de bombardement opérant dans un ciel miné à haute densité. Il en serait de même à fortiori des expéditions de débarquement aérien, à l'effectif bien supérieur encore, qui viseraient à déposer une armée de parachutistes ou de fantassins débarqués sur des terrains d'atterrissage. Peut-être est-ce contre les attaques à basse altitude que la mine

aérienne trouve son emploi le plus indiqué, et l'on peut s'étonner qu'elle ne soit pas venue, dans cette mission, à l'aide du ballon de barrage, beaucoup moins efficace.

Mais de là à interdire le survol d'un territoire par l'aviation adverse, il y a une marge considérable.

De jour, par temps clair, on évitera la mine comme le ballon de barrage, à toute altitude. Par temps couvert, les avions pourront survoler avec la même sécurité les couches nuageuses, à une altitude qu'on estimait autrefois peu favorable au confort de l'équipage, et qui est aujour-

(1) Voir dans ce numéro, page 133.

d'hui sa principale sauvegarde. Or, les opérations de bombardement qu'on peut conduire avec l'aide d'une couche nuageuse partielle ou totale permettent à une aviation de poursuivre son activité, surtout si les secteurs minés sont interdits à l'aviation de défense.

De nuit, il faudra que l'assaillant renonce aux attaques type « Coventry » pour disperser ses efforts à la fois dans l'espace et dans le temps. Ce serait un inconvénient si l'attaque massive était parvenue à obtenir l'incendie d'ensemble d'une ville. Comme il n'en est rien, le rendement des opérations ne sera pas beaucoup réduit et pourra même se maintenir si l'on tient compte de la perturbation du travail industriel par des alertes répétées sur des zones étendues.

Tout ce qu'on peut raisonnablement attendre d'un emploi généralisé de la mine aérienne, c'est une gêne modérée de la navigation, avec pertes faibles, à condition que l'assaillant adopte sa tactique à cette nouvelle menace. N'est-ce pas, au fond, le résultat obtenu par les divers types de mines sous-marines, mines à orin ou mines magnétiques, dont le mouillage continu n'arrive pas à interdire une na-

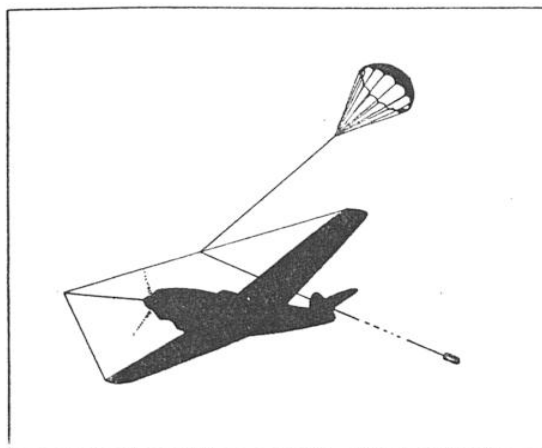


FIG. 7. — AUTO-PROTECTION D'UN AVION DANS UN CHAMP DE MINES

Le cône d'hélice (ou le fuselage d'un multimoteur) est prolongé par une pointe que relient aux extrémités d'aile deux « cordes à piano » tendues qui débordent les fils de mines rencontrés.

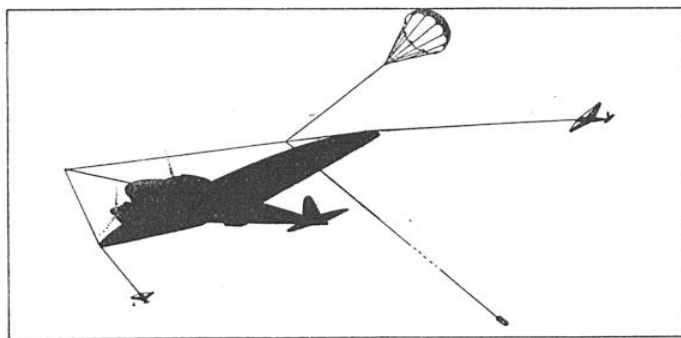


FIG. 8. — UN AVION DRAGUEUR DE MINES AÉRIENNES

Un « bout-dehors » prolongeant en pointe le fuselage d'un bimoteur ou le cône d'hélice d'un monomoteur, porte les deux brins de la drague. Ils passent dans des boucles d'extrémité d'aile et sont tendus par des avions « modèle réduit » dont l'empennage vertical dévié les oblige à diverger. Les brins portent ou non des cisailles; ils sont insensibles à l'explosion. Le système protège à la fois l'avion dragueur et les avions qui le suivent en ligne de file à faible distance.

vigation régulière, alors que cet engin apparaissait comme l'un des plus terribles qui fût au moment où on l'inventa? Aux dangers normaux de la navigation aérienne, accidents à l'envol ou à l'atterrissage, brume, givrage, pannes de moteur, il faudra ajouter celui de la rencontre d'une mine. Mais il reste encore une marge de pertes supportable avant que l'aviation de bombardement se retrouve dans la situation qu'elle acceptait en 1918, où quelques expéditions nocturnes lui coûtaient, chaque mois, 40 % de ses effectifs. Il serait vraiment trop beau que la phrase « tous nos avions sont rentrés à leurs bases » devienne la formule de style terminant tout communiqué de la R.A.F. ou de la Luftwaffe.

Les parades de la mine aérienne

Toute arme trouve sa parade, dit-on. C'est exact, si l'on s'en tient au détail. Le principe ne commence à devenir discutable que si l'on prétend l'appliquer à l'aviation tout entière, considérée comme une de ces « armes » qui ne peut manquer de trouver sa parade comme le lance-flammes ou l'éperon d'un cuirassé. La conquête de l'air par le militaire est une de ses acquisitions définitives, au même titre au moins que celle de la mer par le premier homme qui osa se lancer sur les flots dans le tronc d'arbre qu'il avait creusé.

La mine à orin a connu la double parade du dragage et de la paravane (fig. 5); la mine magnétique a fait surgir de même

le dragage spécial et la « démagnétisation » ; il est d'autant plus certain qu'on parviendra à réduire les pertes dues à la mine aérienne que le problème consiste simplement à adapter à l'avion ces moyens de défense aussi simples qu'efficaces.

Le dragage par un avion qui précédera les formations de bombardement en consacrant au combustible consommé par le remorquage de sa drague la charge utile que les autres transportent sous forme de bombes est aussi aisé que l'opération correspondante de la tactique navale. Le matériel nécessaire est exactement calqué sur celui qu'on emploie à la mer : mêmes dragues « divergentes », mêmes cisaillages coupe-fils (fig. 6). On peut même se passer de cisaillages ; le câble de la drague est le seul des produits de la métallurgie et de la mécanique qui reste intact au milieu de l'explosion qu'il provoque.

L'adaptation de la « paravane », c'est-à-dire l'auto-protection d'un avion traversant une zone minée sans être précédé

d'un avion dragueur, est tout aussi simple (fig. 7). Il n'est même pas besoin de copier la paravane, c'est-à-dire les deux câbles attachés à l'étrave et remorquant deux flotteurs divergents qui écartent la mine de la coque (fig. 8). Il suffit de copier le système de protection qui permet au sous-marin de franchir sans encombre les obstructions par filets à mines que le kiosque risquerait d'accrocher, et qui consiste en une nappe de câbles, servant d'ailleurs d'antennes de T.S.F. et reliant le sommet de l'étrave à celui du kiosque. La seule difficulté est la présence générale de l'hélice d'avion à l'avant ; il faudra prolonger le cône d'hélice ou le fuselage du bimoteur par un « bout-dehors » léger relié aux extrémités d'ailes par deux fils qui « déborderont » la mine rencontrée.

Ainsi finiront, vraisemblablement, vingt années de recherches persévérantes qui auront enrichi l'art de la guerre aérienne d'un nouvel engin.

André FOURNIER.

L'un des derniers développements de la technique de l'éclairage (1) a été marqué par l'apparition des lampes à phosphorescence (2) qui diffèrent des tubes luminescents (type tubes à néon) en ce que, pour ces derniers, le passage du courant à travers le gaz excite sa luminescence, les radiations émises étant utilisées directement pour l'éclairage, tandis qu'avec les tubes phosphorescents, aux radiations émises par le gaz (en l'espèce de la vapeur de mercure) viennent s'ajouter celles émises par le revêtement spécial du tube dont la phosphorescence est excitée par les radiations ultraviolettes du gaz (3). Par un choix judicieux des substances de revêtement, on est à même d'obtenir en définitive une lumière se rapprochant autant qu'on le veut de la lumière du jour. Ceci explique le succès que ces nouvelles lampes ont rencontré dès leur apparition. En Amérique, où elles furent mises à la disposition du public au début de 1938, plus de 250 000 de ces tubes furent vendus dans l'année. En 1940, le chiffre des ventes s'est élevé à près de 8 millions de tubes, dont la majorité équipe maintenant les magasins d'exposition, les bureaux, les boutiques et les wagons de chemin de fer et surtout les usines. Citons, à titre d'exemple, les usines de la General Motors, où sont fabriqués les moteurs Allison, dans laquelle 18 500 lampes de 40 watts, représentant une longueur totale de près de 30 km de tubes, ont été installées. Bien que ce nouveau mode d'éclairage ait encore peu pénétré dans les habitations privées, on pense aux Etats-Unis que les ventes s'élèveront, en 1941, à près de 20 millions de lampes.

(1) Voir dans *La Science et la Vie*, n° 223, de janvier 1936, les études consacrées aux diverses techniques de l'éclairage (incandescence, luminescence, etc.).

(2) Voir dans *La Science et la Vie*, n° 244, de juin 1939, l'étude sur les diverses sortes de luminescence : phosphorescence, fluorescence.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 237, de mars 1937.

LE PROBLÈME DE L'ÉNERGIE DANS UNE EXPLOITATION RURALE : CE QUE DOIT ÊTRE LA MOTOCULTURE EN FRANCE

par Tony BALLU

Professeur à l'Institut National Agronomique
Directeur de la Station Centrale d'Essais de Machines

En agriculture, comme partout ailleurs, la traction mécanique tend à remplacer la traction animale. En France, il existait, en 1939, 40 000 tracteurs de toutes sortes. Une transformation aussi profonde du matériel de culture doit entraîner un renouvellement des techniques culturales. Alors que la traction animale est souple et que les « coups de colliers » qu'on lui demande ne coûtent rien, la traction mécanique, au contraire, fait payer impitoyablement tout travail supplémentaire sous la forme d'un accroissement de consommation de carburant; c'est lui qui constitue une des principales dépenses de l'exploitation. Le gaspillage sous toutes ses formes doit être soigneusement évité : perte de rendement provenant d'une ligne d'attelage incorrecte, chemin inutilement parcouru dans les « fourrières », ce qui exigera, en même temps que de nouvelles méthodes de labours, la mise au point de tracteurs spécialement adaptés aux conditions particulières des exploitations françaises, champs d'étendue restreinte et labours profonds.

Pas plus qu'ailleurs, l'énergie n'est gratuite à la ferme

DANS une exploitation agricole, ce qui doit primer avant tout, ce n'est pas tant la recherche des hauts rendements obtenus par tous les moyens mis à la disposition du cultivateur par la science agronomique moderne (engrais, semences sélectionnées en vue d'une productivité accrue, etc...) que le bénéfice légitime de ses travaux. Ce bénéfice doit résulter — comme dans toute opération industrielle, quelle qu'elle soit — de la différence entre les recettes brutes et les frais de production. Si le cultivateur n'a que peu de moyens d'action sur les recettes brutes, trop sujettes aux fantaisies de la nature et des cours (faussés le plus souvent par la spéculation), il tient, par contre, entre ses mains les moyens de régir les frais de production. Le « bon cultivateur » a toujours, par instinct atavique, eu le sens très développé de l'économie, et c'est ce qui l'a sauvé dans les années pauvres. Mais l'évolution économique et sociale de ces dernières

années a orienté l'agriculture vers la mécanisation d'abord, par l'emploi de la machine agricole, et vers la motorisation ensuite, par l'introduction de la motoculture qui tend à se généraliser depuis quelques années. Or, les qualités ataviques du cultivateur risquent de se trouver en défaut du fait du bouleversement qu'introduit l'emploi développé du moteur inanimé dans l'économie générale de l'exploitation. Cette économie générale comporte, comme facteur le plus important des frais de production, le poste *énergie*, c'est-à-dire le travail fourni par les « moteurs » de la ferme : l'homme et les animaux de trait, tracteurs, locomobiles, etc. Si le travail de l'homme tend, grâce au machinisme, à devenir moins pénible, le travail des moteurs tend, au contraire, à se développer, du fait même de l'extension du machinisme. Mais si le cultivateur sait admirablement tirer parti de ses animaux de trait, la compréhension de l'emploi rationnel du moteur inanimé lui échappe, par la déformation professionnelle résultant de son accoutumance ancestrale.

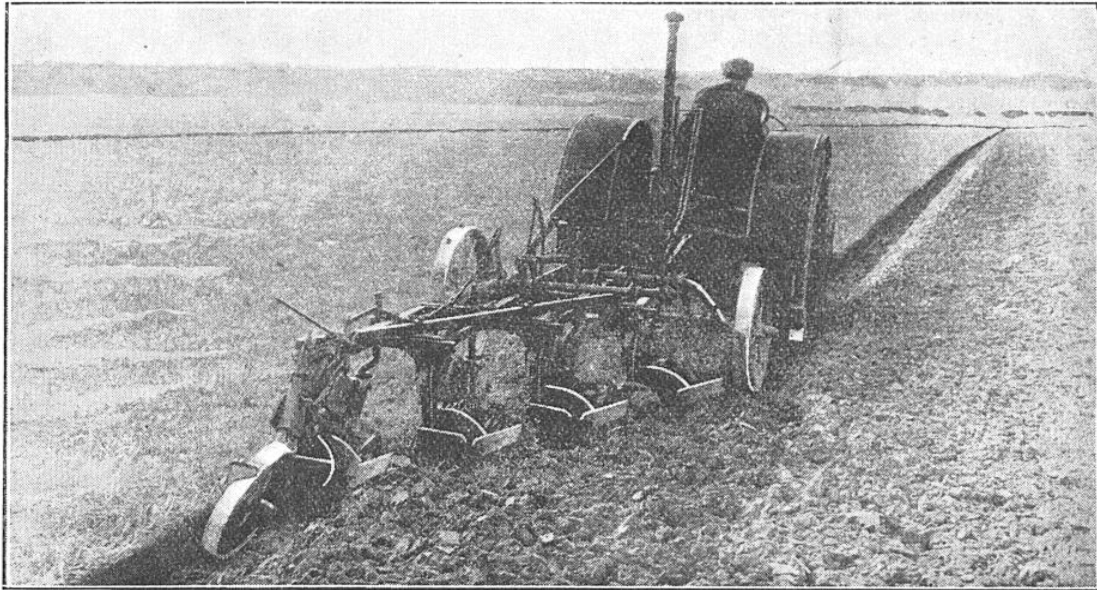
Deux auxiliaires du cultivateur, deux contrats de travail

La collaboration des animaux de trait avec l'homme est régie par des rapports qu'on pourrait concevoir comme suit :

L'agriculteur passe en quelque sorte avec ses animaux un contrat *forfaitaire annuel*, aux termes duquel il s'engage à nourrir son bétail tous les jours (ouvra-

anormale (chariot embourbé, etc.) ne confère-t-il pas un appoint de kilogrammètres sans dépenses supplémentaires ?

L'apport du cultivateur, dans ce contrat d'association, c'est-à-dire la nourriture assurée au bétail quel que soit le travail demandé, trouve d'ailleurs, pendant les périodes de chômage, une compensation dans la transformation des aliments en viande (surtout avec les



T W 2576

FIG. 1. — CHARRUE POUR LABOURS EN PLANCHES

C'est une charrue du type « traînée », c'est-à-dire attelée librement derrière le tracteur. Au bout de la raie, le conducteur tire sur un cordeau qui provoque le déclenchement du dispositif de déterrage automatique de la charrue. La roue arrière se trouve en même temps déverrouillée et peut osciller en « roulette de fauteuil » pour faciliter le virage.

bles ou non), en échange de quoi les animaux devront lui fournir sans compter l'apport de leur travail, en fonction des besoins imposés par les cultures, les saisons et leurs intempéries. Le temps et les besoins culturels saisonniers décident du nombre d'heures de travail journalier. D'autre part, l'amortissement du bétail est fondé beaucoup plus sur sa longévité que sur le total de ses dépenses d'énergie musculaire au cours de sa carrière.

Il résulte de cet état de choses que le cultivateur n'avait aucune raison d'avoir, jusqu'à ce jour, la notion de l'économie d'énergie qui prime cependant dans toute production industrielle. Bien plus, il avait les moyens d'obtenir des suppléments d'énergie gratuits : un coup de fouet donné pour vaincre une résistance

boeufs de trait) en réformant l'animal et en le vendant à la boucherie.

Avec le moteur inanimé, c'est tout différent. Le contrat d'association entre l'homme et le moteur n'est plus forfaitaire annuel, mais strictement *horaire*. Le moteur ne dépense pas quand il ne travaille pas, mais tout travail, ou tout supplément de travail, si faible soit-il, se paye intégralement et impitoyablement. Son amortissement ne dépend également que du total d'heures de travail, mais, en conséquence, chaque heure coûte. Avec ce moteur, la notion d'économie d'énergie qui semble futile avec le moteur animé s'impose au premier chef.

Or, c'est un sens que, précisément en raison de son atavisme très développé, le cultivateur n'a pas. Son éducation dans

ce sens est à faire entièrement. Disons tout de suite que constructeurs de tracteurs et d'outillage de motoculture ont beaucoup à apprendre aussi dans cet ordre d'idées et que leur connaissance insuffisante des nécessités culturales les a empêchés, jusqu'à ce jour, de guider comme ils auraient dû le faire le cultivateur dans la bonne voie.

Il y a un problème, spécifiquement français, de la motoculture

Pour le bien préciser, rappelons l'origine du tracteur. Né en Amérique, sa conception première est, et est restée, l'application de l'automobile aux champs. En fait, le tracteur-type, universellement connu, est un engin à deux roues avant directrices et deux roues arrière motrices, derrière lequel on doit pouvoir accrocher un instrument agricole quelconque, au même titre qu'on accroche les mêmes instruments quelconques à la volée d'une attelée de trois ou quatre chevaux.

En Amérique, cette conception est admissible, parce que c'est un pays aux plaines de vastes étendues et à culture extensive (travaux superficiels et réduits au minimum).

La conception américaine de l'automobile, vaguement adaptée aux besoins des champs, s'est répandue telle quelle en Europe. Ne considérons aujourd'hui que le cas particulier de la France, pays riche, à culture en majeure partie intensive (travaux profonds, façons nombreuses et soignées), mais dont les champs sont en grande partie de peu d'étendue. La longueur des rayages et le genre d'exploitations y sont donc complètement différents.

Or, les courts rayages et la culture intensive constituent des obstacles sérieux à l'utilisation rationnelle, et par suite économique, de la motoculture, avec la plupart des tracteurs de conception actuelle.

L'économie en motoculture est conditionnée par deux facteurs principaux : l'économie de temps (du conducteur) et l'économie d'énergie, c'est-à-dire l'économie de carburants. Les causes de perte de temps et d'énergie dues à l'exécution des travaux culturaux (labours en particulier) ont pour origine, avec la motocul-

ture :

1° Les manœuvres en fourrières;

2° La ligne d'attelage incorrecte entre le tracteur et l'instrument travaillant.

Les manœuvres en fourrières dans les labours « en planches »

Rappelons tout d'abord qu'il existe deux types principaux de labours : les labours en

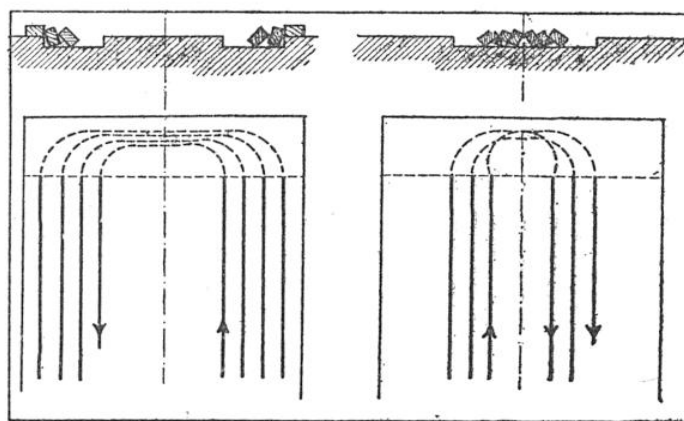


FIG. 2. — LES DEUX TYPES DE LABOURS EN PLANCHES

a) « En refendant » : on commence par labourer sur la rive droite, pour revenir ensuite sur la rive gauche; la coupe schématisée du labour figurée au-dessus montre les raies orientées vers l'extérieur du champ. b) « En adossant » : on commence par le milieu du champ en progressant ensuite vers les rives. La coupe du labour montre les raies inclinées vers le milieu.

planches et les labours à plat.

Les premiers s'exécutent avec des charrues simples (fig. 1), comprenant un ou plusieurs corps versant tous la terre du même côté (à droite par rapport à l'avancement de la charrue). Le champ doit être divisé en « planches » qu'on laboure une par une. La charrue ne versant la terre que d'un côté, on doit attaquer la planche soit par les rives pour la terminer au centre (labours dits « en refendant », fig. 2 a), soit, au contraire, par le milieu, en progressant ensuite vers les rives (labours « en adossant », fig. 2 b). Les corps de charrue doivent, bien entendu, être relevés pour les virages qui s'exécutent sur les deux extrémités des champs appelées « tournières » ou « fourrières ». Le total des déplacements à vide en fourrières étant, pour un champ de même largeur, d'autant moins grand que

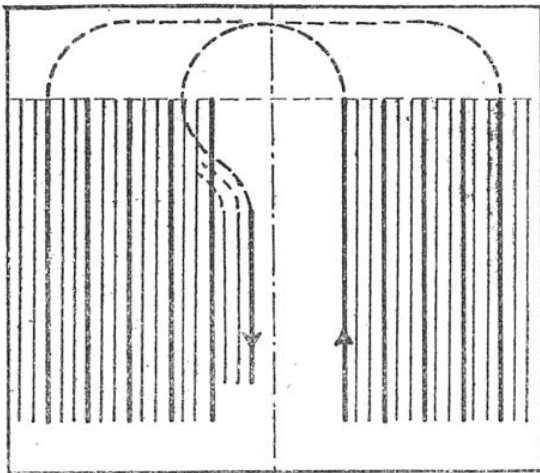


FIG. 3. — LABOUR « EN REFENDANT » D'UNE PLANCHE A L'AIDE D'UN TRACTEUR

Dans un champ ne comportant qu'une seule planche, on est obligé de laisser des fourrières plus larges que ne laissent prévoir les premiers tours. En fin de planche, en effet, le tracteur et sa charrue ne peuvent tourner sur place comme les attelages et sont obligés, pour effectuer les derniers virages, de passer sur la terre déjà labourée, en comprimant et détruisant le travail déjà fait.

le champ est travaillé en un plus grand nombre de parcelles, cela explique la division en « planches ». A ne considérer

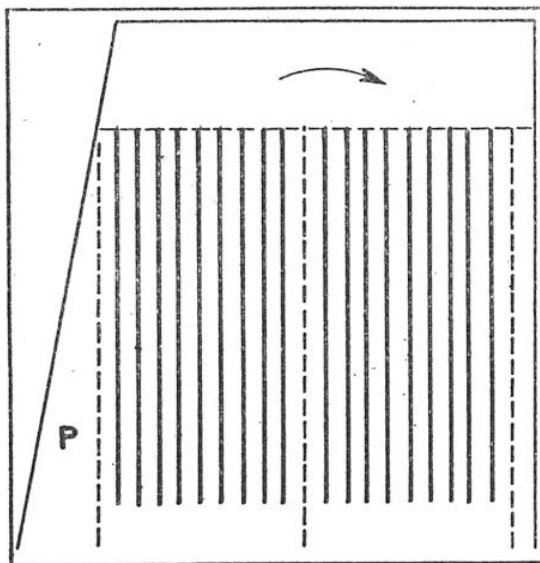


FIG. 4. — LABOUR « EN ADOSSANT » D'UNE PLANCHE TRAPÉZOÏDALE

Il est impossible de labourer « en adossant », avec un tracteur, un champ d'une planche dont les côtés ne sont pas parallèles. Il resterait, en effet, une pointe P non travaillée. Il faut labourer « en refendant ».

que ce seul point de vue, on serait conduit à faire des planches comprenant un simple aller et retour. En pratique, pour ne pas exagérer le nombre des « interplanches » ou « dérayures » qui constituent des obstacles gênants pour le passage des instruments venant ensuite, on donne aux planches des dimensions variant entre 30 mètres au minimum et 50 mètres au maximum.

Cette technique courante ne rencontre pas de difficultés d'exécution avec des attelages animés. En fin du labour, en re-

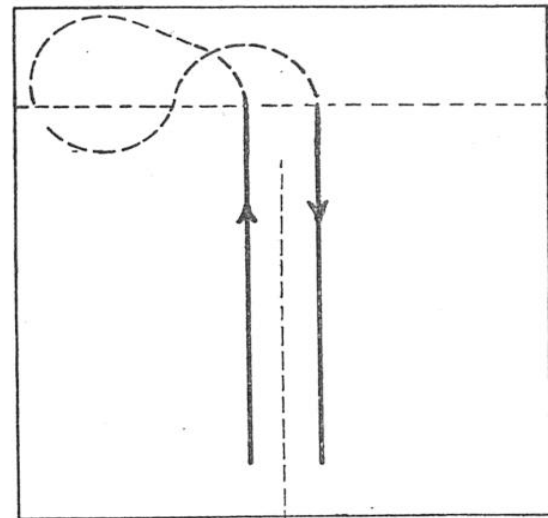


FIG. 5. — VIRAGE EN HUIT, PERMETTANT DE LABOURER « EN ADOSSANT » AVEC FOURRIÈRE ÉTROITE

Les premiers rayages centraux s'effectuent en échoquant en partie en dehors de la fourrière, sur la terre non encore labourée.

feignant, ou en début du labour, en adossant, les animaux tournent sur place sans difficulté pour reprendre la raie voisine. Quant à la charrue, son poids relativement réduit en permet la manœuvre à la main. Si même le champ n'est pas un parallélogramme et comprend des « pointes », les virages fréquents ou les « court-tours » s'exécutent sur place sans difficulté, en ne laissant qu'une fourrière de quelques mètres.

Il n'en va malheureusement pas de même avec les tracteurs. Non seulement la plupart de ceux-ci ne peuvent tourner sur place (sauf les tracteurs à chenille), mais le pourraient-ils que la charrue accrochée derrière les en empêcherait. Il faut, en effet, devant l'impossibilité de manier ces lourdes charrues à la main, considérer non pas seulement le tracteur,

mais l'ensemble tracteur-charrue. Au virage, la charrue décrit un cercle de plus petit rayon que celui engendré par le tracteur et risque ainsi, pour un rayon limite de braquage (fonction de la longueur de la barre d'attelage), de venir buter dans la roue arrière du tracteur, côté virage.

Les difficultés de virage obligent à recourir à une technique de labours quelque peu différente de celle utilisée avec les attelages.

Cette technique se complique du fait

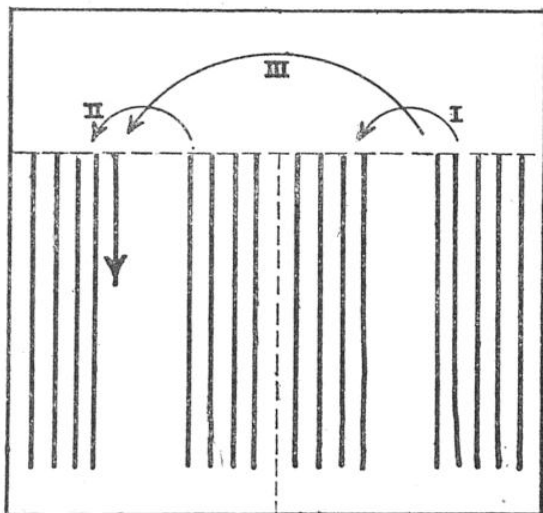


FIG. 6. — LABOUR D'UN CHAMP DE DEUX PLANCHES AVEC FOURRIÈRES RÉDUITES

Si l'on ne peut restreindre la largeur des fourrières dans un champ d'une seule planche, labouré « en refendant », cela devient possible dans un champ de deux planches. On laboure en effet chacune des deux planches (I et II) jusqu'à ce qu'on ne puisse plus tourner dans l'intérieur de la fourrière. On termine ensuite les deux parties centrales en passant de l'une à l'autre par virages allongés (III).

que l'on doit s'efforcer de réduire au minimum la largeur des fourrières, tant pour éviter un gâchage coûteux de temps et de carburant dans les manœuvres que pour augmenter la longueur utile des rayages. La qualité du travail se ressent aussi de la réduction des fourrières par la diminution de la surface que compriment et que gâchent les machines dans leurs nombreuses évolutions. Les figures ci-jointes résument les principales règles à appliquer pour l'exécution des labours en planches, en motoculture.

Les figures 3, 4 et 5 se rapportent à un champ n'excédant pas 50 mètres de large,

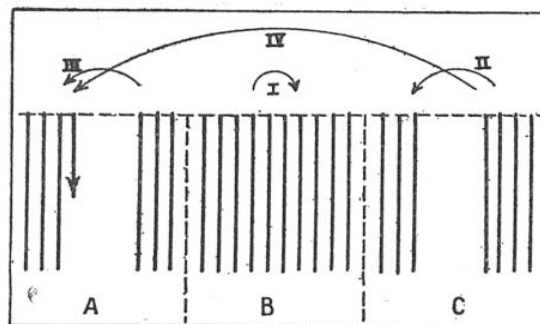


FIG. 7. — AUTRE MÉTHODE DE LABOUR D'UN CHAMP DE DEUX PLANCHES

On commence par « adosser » sur la ligne médiane par une série de virages en huit (I), puis on « refend » chacun des éléments de planche restants (II et III), pour terminer les deux interplanches ensemble (IV). Cela revient, en réalité, à diviser les deux planches en trois.

c'est-à-dire ne représentant que la valeur d'une seule planche.

Dans le cas d'un champ de deux planches (champ de 50 à 100 mètres de large), le labour en adossant, exigeant, comme le montre la figure 5, des manœuvres en huit, qui sont relativement longues et, par conséquent, coûteuses, il est préférable de labourer les deux planches « en refendant ». On peut ici réduire les fourrières en supprimant complètement les virages en cercle, grâce à l'un des deux procédés illustrés par les figures 6 et 7.

Dans le cas d'un champ de trois planches (champ de 100 à 150 m), on peut

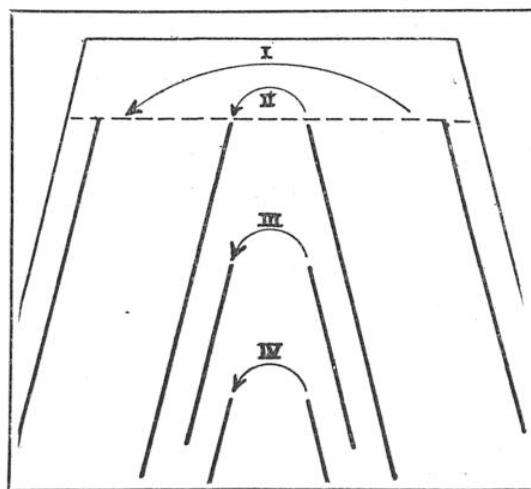


FIG. 8. — LABOUR D'UN CHAMP TRAPÉZOÏDAL

Les « courts-tours » consistent à abandonner le rayage dès qu'on arrive à une distance du rayage de retour au moins égale au diamètre de virage du tracteur.

employer la technique de la figure 7; mais il est préférable, dans ce cas, de labourer « en adossant » une des planches riveraines (A ou C) (fig. 7), pour diminuer l'importance des trajets IV en fourrière entre A et C.

Au-dessus de trois planches, la technique redevient la même que précédemment, en terminant ensemble, quand le besoin s'en fait sentir, deux planches voisines, comme il vient d'être dit.

Dans le cas de champs trapézoïdaux ou triangulaires, quand les rives latérales du champ constituent les côtés parallèles du trapèze, il n'y a pas de dispositions particulières à prendre; peu importe, en effet, que les deux fourrières ne soient pas parallèles.

Dans le cas contraire (rives latérales non parallèles), ainsi que pour les champs de forme triangulaire, il faut recourir à la technique de la figure 8.

On voit, par ce qui précède, que cette technique motoculturale est un peu compliquée et qu'elle ne s' imagine pas : il faut la connaître, si l'on veut économiser temps et énergie.

La réduction des trajectoires effectuées à vide en fourrières est d'autant plus apparente que, même ramenées aux proportions minima, d'après la technique précédemment exposée, ces trajectoires totalisent sur les deux fourrières un kilométrage impressionnant : en considérant un tracteur tirant une charrue à trois corps que nous supposons labourer 1 m de large (en réalité 0,90 m), nous relèverons sur les deux fourrières, et par 100 m de large, le total des trajectoires à vide suivant :

Avec une seule planche de 100 m de large : 5 200 m;

Avec deux planches de 50 m de large : 3 000 m;

Avec trois planches de 33 m de large : 1 500 m.

Ces chiffres sont à multiplier par 1,5 dans le cas d'une charrue à deux corps et par 3 dans le cas d'une charrue à un seul corps.

En tablant sur une consommation horaire de 6 à 10 litres d'essence, suivant le

cas, on peut calculer avec profit les fonds dilapidés par l'emploi d'une méthode défectueuse.

Ces dépenses inutiles sont particulièrement sensibles dans notre pays où, comme nous le faisons remarquer au début, les champs (même de nos grandes exploitations) n'ont que des rayages courts (conséquence du morcellement extrême). En Amérique, il n'en est pas de même : on cite le cas de nombreuses exploitations

où les rayages sont si grands que le conducteur part le matin avec son déjeuner... qu'il mange à midi en arrivant au bout de sa première raie et revient le soir à la ferme en traçant sa seconde raie.

Le virage en fourrières ne vaut pas, dans ces conditions, d'être évalué, étant donné son faible pourcentage par rapport aux rayages utiles, et présente même l'avantage d'être une distraction et un repos pour le conducteur.

Tout ce que nous venons de dire à rapport, rappelons-le, aux labours en planches, labours particulièrement propres à la culture extensive.

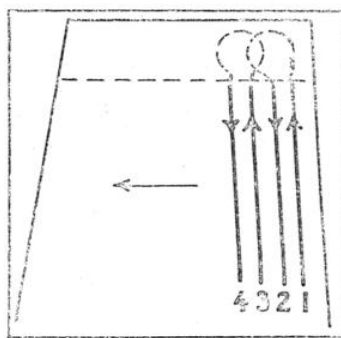


FIG. 9. — LE LABOUR A PLAT

La charrue possède deux séries de corps, les uns versant à droite, les autres à gauche. Il est donc possible de revenir constamment dans un rayage voisin de celui qui vient d'être terminé, après avoir simplement inversé les corps de la charrue.

Les labours à plat

En France, pays de culture généralement intensive, le cultivateur préfère, avec raison, le *labour à plat* (fig. 9). Ici plus de planches ni de dérayures. Que le champ soit large ou non, régulier ou non, la charrue réversible l'attaque par un de ses côtés quelconques et le termine en versant raie sur raie.

Le merveilleux « brabant double », si répandu chez nous, est la seule charrue utilisée avec chevaux ou bœufs dans la plupart des fermes. Quand la motoculture s'est développée en France, vers 1918, les tracteurs venant d'Amérique étaient tous équipés avec charrues pour labours en planches. Sur les demandes pressantes des usagers, les constructeurs ont cherché à réaliser des charrues pour labours à plat pour les atteler derrière tracteurs. De très nombreux modèles, plus ou moins compliqués, ont été imaginés sans succès. C'est seulement depuis quelques années qu'une sélection s'est ef-

fectuée, sélection qui aboutit aux trois types dont nous allons parler plus loin.

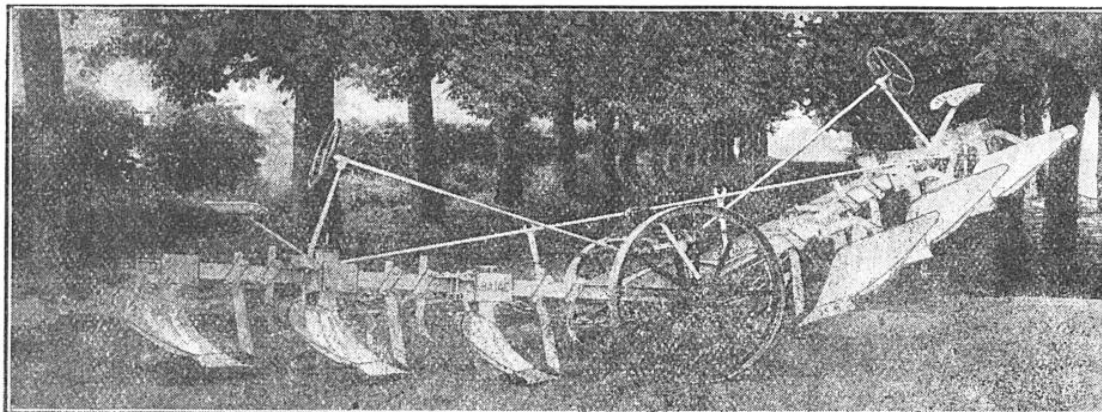
Le problème mécanique à résoudre est, en effet, assez complexe. Cinq solutions sont à trouver :

1° Le déterrage automatique de la charrue en bout de raie;

2° L'inversement des corps de charrues (pour verser alternativement la terre à droite ou à gauche par rapport à l'avancement de la charrue);

3° Le virage de la charrue derrière le

L'inversement des corps fut d'abord l'objet de nombreuses recherches plus ou moins compliquées de la part des constructeurs qui s'évertuaient à trouver des dispositifs mécaniques à fonctionnement automatique. On s'est vite rendu compte que l'on pouvait demander au conducteur l'effort minime nécessaire pour effectuer cette opération et, actuellement, presque tous les dispositifs sont fondés sur la commande à main d'un grand levier *provoquant* le basculement du bâti, une fois



T W 2577

FIG. 10. — CHARRUE BASCULE BAJAC

Cette charrue n'a pas besoin de tourner en fourrière, mais fonctionne en « navette » par simple va-et-vient, après basculement des corps versant la terre du côté opposé aux corps précédemment engagés. C'est la seule charrue pour labour à plat permettant de labourer plus de deux raies à la fois. Elle convient donc spécialement aux tracteurs de grosse puissance.

tracteur;

4° Le déportement symétrique à droite ou à gauche de la charrue par rapport au milieu de la barre d'attelage du tracteur;

5° La remise automatique en raie et le terrage.

Nous avons dit qu'il existait actuellement trois types de charrues à plat résolvant à peu près ces conditions. Ce sont : les charrues traînées, les charrues portées et les charrues semi-portées.

Les charrues traînées sont accrochées librement derrière le tracteur, comme les charrues pour labours en planches. Le déterrage automatique des corps en fin de raie se fait comme avec ces dernières, le bâti s'exhaussant par embrayage d'un dispositif de levage en liaison avec les roues de la charrue. Un simple déclic, actionné par un cordeau se trouvant à portée de la main du conducteur, en assure la commande.

la charrue déterrée.

Trois types de charrues traînées, dont nous parlerons plus loin, se retournent automatiquement, deux au contact du sol, la charrue Fondeur, la charrue Moline et la charrue bascule (fig. 10).

La troisième opération (virage de la charrue) s'effectue sans difficulté avec les charrues traînées. Leur accrochage libre permet, en effet, à la partie avant de la barre de traction, de coulisser le long de la barre d'attelage du tracteur, en provoquant du même coup la quatrième opération, à savoir le déportement symétrique de la charrue par rapport à l'axe de traction du tracteur.

Quant à la cinquième opération : le terrage, elle se fait automatiquement et sans difficulté à l'aide d'un cordeau qui permet au conducteur de libérer le verrouillage maintenant le bâti en position haute par rapport aux roues.

Les avantages de ce type de charrue sont la simplicité, la grande souplesse

d'attelage, grâce à laquelle la charrue n'« encaisse » pas ou fort peu les ondulations verticales ou horizontales qui se manifestent à la barre du tracteur, par suite de *l'inégalité du terrain ou des oscillations de direction*. Mais leurs inconvénients sont assez notables : leur indépendance par rapport au tracteur les oblige à avoir trois roues (deux à l'avant et une à l'arrière); leur poids et leur prix sont donc élevés, d'autant plus qu'il faut prévoir une transmission permettant à la partie postérieure du bâti de se relever (pour le déterrage par rapport à la roue arrière).

Cette même roue arrière, bien que libérée pendant le relevage et oscillant en « roulette de fauteuil », rend les virages difficiles et larges.

Aussi ce type est-il actuellement en voie d'abandon, sauf pour les trois charrues citées plus haut : la Fondeur, la Moline et la charrue bascule qui n'ont toutes les trois que deux roues.

Les charrues portées ont paru devoir apporter la solution parfaite du problème : fixées à l'arrière du tracteur, elles n'ont pas besoin de roues et sont relevées sur celui-ci pour les virages. Mais, à la pratique, de nombreux inconvénients sont apparus. C'est d'abord que le dispositif d'attelage et de levage de la charrue après le tracteur est assez compliqué et coûteux.

Le relevage doit, en effet, s'effectuer

par le moteur. Or, le montage d'une de ces charrues sur un tracteur donné ne peut servir sur un tracteur d'une autre marque, si bien que si le tracteur est immobilisé, la charrue l'est aussi. En outre, la liaison des deux machines est telle que le labour se ressent de toutes les embardées et oscillations du tracteur.

Par ailleurs, le porte-à-faux, au mo-

ment du relevage, est tel que la plupart des tracteurs tendent à se cabrer et qu'on est obligé de fixer sur les roues avant des masses de fonte pour maintenir l'équilibre. Cette surcharge coûteuse sur les roues avant augmente la résistance à l'avancement. Enfin et surtout, ces charrues doivent, pour assurer leur déportement symétrique à droite ou à gauche, être attelées au milieu de la barre du tracteur.

Or, si avec les petits tracteurs à voie étroite, il n'y a guère de dif-

ficultés à cela, avec les tracteurs à voie large, il faut donner à la barre d'attelage de la charrue une longueur suffisante pour que la charrue ne soit pas tirée trop en biais, et dans ces conditions le porte-à-faux augmente au point de devenir prohibitif(1).

(1) C'est surtout le cas des tracteurs à chenilles, qui, à l'encontre des tracteurs à roues, ne peuvent pas circuler dans la raie, au risque de faire, sinon dérailler les barbotins, du moins de les abîmer. Il est même recommandable d'éloigner la chenille côté labour d'une trentaine de centimètres de la raie pour ne pas risquer d'écraser la « muraille » de celle-ci. Et l'on arrive à cette conclu-



T W 2578

FIG. 11. — TYPE DE CHARRUE PORTÉE

Ce type de charrue peut être relevé en prenant entièrement son point d'appui sur le tracteur. Le relevage s'opère par le moteur du tracteur. Les virages sont ainsi facilités, mais on reproche à ces charrues une trop grande rigidité d'attelage avec les tracteurs et un porte-à-faux exagéré. Le type représenté ci-dessus échappe à ces inconvénients grâce à son accrochage situé près de l'essieu.

Pour ces différentes raisons, les char-
rues portées, qui avaient joui au début
d'une certaine vogue, tendent actuelle-
ment à être abandonnées. Exceptons tou-
tefois de ce discrédit les char-
rues portées prévues pour s'atteler sur certains trac-
teurs américains à châssis surélevé (et à
quatre roues), parce que, dans ce cas,
l'extrémité de l'axe peut s'atteler sous
l'essieu. Malheureusement, nous n'avons
pas de ces tracteurs ni de
ces char-
rues en France!

Les char-
rues « semi-por-
tées » ou « supportées »
sont, comme les « traînées »,
remorquées librement der-
rière le tracteur pendant
le labour, mais leur barre
d'attelage est assez rigide
pour que, avec l'aide d'une
chaîne haubanée, elles puis-
sent prendre point d'ap-
pui sur l'arrière du trac-
teur qui leur sert de « sup-
port » et soulever ainsi,
pendant le déterrage, l'ar-
rière du bâti portant les
corps. Deux roues leur suffisent donc. Ce
sont ces roues qui, à l'instar de celles
des char-
rues traînées, provoquent, par
déclat commandé du siège du conducteur,
le relevage du bâti.

Ce type de charrue, est actuellement le
plus répandu. Ses avantages sont : leur
souplesse en travail, leur légèreté rela-
tive, leur virage assez court. Mais leur
inconvenient, commun avec les char-
rues traînées, est qu'elles obligent le tracteur
à faire un virage en cercle à chaque extré-
mité du rayage, d'où un kilométrage inu-
tile important. Les virtuoses du volant...
de tracteur peuvent l'atténuer un peu
par des manœuvres à reculons analogues
à celles effectuées par les conducteurs
d'autos attelées de remorques à deux
Il faut pour cela (fig. 12) avancer d'un
quart de tour, puis reculer assez loin,
pour pouvoir rentrer en raie par un
quart de tour en avant.

De cette description un peu longue,
sion regrettable que le seul tracteur susceptible
de tourner sur place, c'est-à-dire le tracteur à che-
nilles, et qui pourrait de ce fait utiliser au mieux
les char-
rues portées, est précisément celui qui
s'attelle le plus mal à ces char-
rues.

quoique fort succincte des différents ty-
pes de char-
rues à motoculture, il résulte
que, comme nous l'avons fait remarquer
au début de ces lignes, la motoculture
manque indubitablement d'adaptation à
nos terres de France dont le morcelle-
ment réduit les dimensions de telle fa-
çon que les virages entrent pour une
part importante dans le travail du trac-
teur.

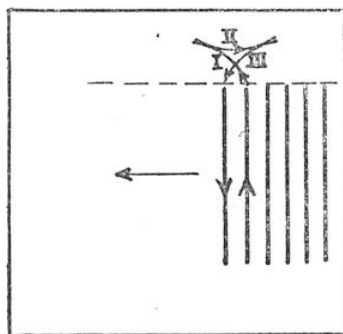


FIG. 12. — SCHÉMA DE LA MA-
NŒUVRE EN FOURRIÈRES D'UN
TRACTEUR DANS UN LABOUR PLAT

le cultivateur qui fait les frais de ce man-
que d'entente. Il en résulte également un
discrédit jeté sur la motoculture. On
entend souvent dire : la motoculture ne
peut réussir en France parce qu'il lui
fait de grandes plaines. Ne faut-il pas au
contraire chercher à soulager le petit
cultivateur qui avec son brabant et ses
attelages est obligé de dépenser du matin
au soir un effort musculaire pénible pour
retourner sa charrue lourde de terre, et
n'est-ce précisément pas dans ce cas que
la motoculture devrait rendre les plus
grands services? Un petit tracteur, tour-
nant sur place et conçu pour être attelé
à une charrue appropriée, économiserait
beaucoup de temps et de fatigue à la
masse des cultivateurs à petites terres.

La solution n'est pas impossible, tant
s'en faut. Les éléments de cette solution
existent même, mais il faut pour les ras-
sembler démolir ces cloisons étanches qui
séparent constructeurs de tracteurs et
constructeurs de char-
rues.

Tony BALLU.

LA CRISE DU SAVON

LE CHIMISTE PEUT-IL CRÉER DES SAVONS NOUVEAUX ?

par Marcel MATHIEU

Docteur ès Sciences

Chargé des recherches au Laboratoire Central
des Industries Chimiques

Toutes les fois qu'un pays s'est trouvé privé des produits d'importations essentiels à sa vie, c'est vers le chimiste que l'on s'est tourné en lui demandant de tirer des ressources nationales les produits capables de les remplacer. Un des aspects de la crise dont est cause le blocus actuel est, par suite du manque de matières grasses, la pénurie de savon. Dans un avenir très proche, il faudra sans doute que le chimiste trouve un ersatz pour ce produit devenu aussi rare que le beurre et dont on peut aussi malaisément se passer. L'étude analytique de l'action du savon et des autres détersifs indique dans quelle voie il doit aujourd'hui orienter ses recherches pour réaliser des corps nouveaux dotés de qualités au moins égales à celles des savons classiques qui nous font aujourd'hui défaut.

AUJOURD'HUI se pose avec acuité le problème du remplacement des corps gras qu'on était accoutumé d'avoir à profusion.

Pour l'alimentation, il est difficile d'imaginer une substitution des corps gras par d'autres substances : il faut alors trouver des sources nouvelles, ou chercher à réserver tous les corps gras disponibles pour la seule alimentation.

Par contre, pour l'industrie savonnaire, grande consommatrice d'huiles et de graisses d'origine végétale et animale, la question se pose de savoir si l'on peut se passer complètement de corps gras et cependant mettre sur le marché des substances qui peuvent remplacer le savon.

Pour résoudre une telle question, il ne faudrait pas être trop pressé par le temps et par les nécessités ; il faudrait pouvoir étudier d'une manière scientifique ce qui fait les propriétés des savons, et le mécanisme profond de l'action de ces corps. Grâce à un minimum de connaissances sur ces sujets, on pourrait espérer obtenir à coup sûr des substances ayant toutes les propriétés des savons et qui auraient d'autres sources que les corps gras naturels.

D'ores et déjà, on peut donner une idée de ce qu'on demande à un savon.

esquisser une théorie de l'action des savons sur les substances grasses qu'il faut éliminer de la surface de la peau ou du linge et montrer quelles substances peuvent jouer le rôle de savons.

Qu'est-ce que la « crasse » ?

Entre les cellules du derme se trouvent incluses les *glandes sudoripares* et les *glandes sébacées* (fig. 1). Les premières fonctionnent comme de véritables reins en miniature et éliminent de l'eau, de l'urée et des sels contenus dans le sang et les liquides de l'organisme. C'est surtout de l'eau qui s'élimine par les glandes sudoripares. Celles-ci sont particulièrement actives, lorsque, par suite de combustions accélérées, le corps tend à s'échauffer, ou que la température extérieure est élevée : l'évaporation d'eau à la surface du corps est un facteur important du maintien de la température constante de l'organisme.

L'évaporation de l'eau de la transpiration laisse toujours sur la peau un dépôt de substances solubles éliminées par les glandes sudoripares.

Les glandes sébacées, qui se trouvent en général à la base des poils, sécrètent le *sébum*, une matière grasse qui sert, entre autres, à assurer aux poils leur bril-

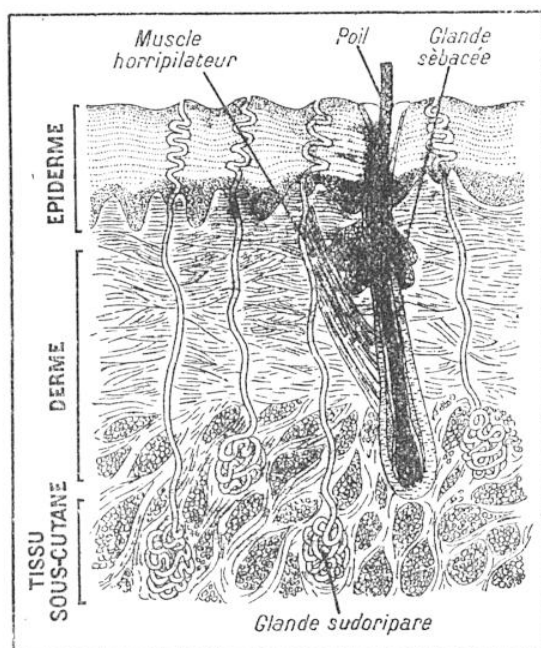


FIG. 1. — COUPE DE LA PEAU HUMAINE MONTRANT SES DIVERS ORGANES.

Dans le tissu sous-cutané sont logées les glandes sudoripares qui se présentent sous la forme de petits tubes : elles sécrètent la sueur. A la partie supérieure de la racine du poil se trouvent les glandes sébacées : elles sécrètent une substance grasse qui donne de la souplesse au poil et le rend imperméable.

lant et leur souplesse. Dans le cas de la plupart des animaux, le sébum est un enduit protecteur grâce auquel la fourrure ou la peau de l'animal est protégée contre l'humidité et la pluie; mais tout en exerçant cette protection, le sébum est cependant suffisamment perméable à l'eau pour que la transpiration puisse s'évacuer à l'extérieur.

De telles sécrétions protectrices existent également chez les végétaux. Mais dans le cas des végétaux, on a affaire le plus souvent à des couches cireuses fortement protectrices. L'enduit cireux des feuilles de choux est l'exemple qu'on observe le plus facilement : c'est à cause de sa présence que la rosée se roule en boule sur les feuilles de choux. C'est à leur enduit gras que les feuilles de salade doivent d'être « mouillées » par l'huile et qu'une salade remuée dans un saladier accapare toute l'huile et laisse, au fond, le vinaigre.

La propriété extraordinaire que possèdent plus particulièrement les sécrétions sébacées des animaux de ménager

une certaine perméabilité à l'eau est due à ce que le sébum est formé de deux substances : une graisse et le cholestérol. Le suint de mouton est le produit sébacé le plus connu; ce suint purifié constitue la lanoline.

Les glandes sébacées sécrètent leur produit gras d'une manière continue et ce produit vient se mêler aux résidus que laisse la transpiration.

Chez l'homme, qui n'a pas une fourrure suffisante pour le protéger et qui est obligé de se vêtir, ce sont tous les produits de sécrétion des glandes sudoripares et sébacées que recueille le linge dit « de corps ». Ces produits s'altèrent lentement à l'air; en particulier ils s'oxydent. Les enlever du linge sale est le but de la ménagère quand elle « fait la lessive ». De même, se débarbouiller, prendre un bain, c'est enlever de la surface du corps la couche grasse moite sur laquelle viennent s'incruster les poussières qui flottent dans l'air. Cette couche grasse qui recouvre la peau est particulièrement apte à recueillir la poussière par le double fait qu'elle est légèrement hydrophile et que les poussières de l'air sont très souvent elles-mêmes formées de particules grasses.

On voit donc quel est le rôle précis qui est dévolu au savon : enlever du linge et de la surface de la peau les corps gras qui les souillent.

Les corps gras de la peau

Les corps gras qui composent un organisme animal ou végétal sont toujours des esters (1) de la glycérine et d'acides gras.

La glycérine est un corps qui possède trois « fonctions » alcool (fig. 2); un acide gras est un corps dont la formule générale est donnée par la figure 3.

(1) Les esters ou éther-sels sont des corps qui ont une certaine analogie avec les sels minéraux : ils sont obtenus par l'action d'un acide sur un alcool qui joue alors un rôle rappelant celui d'une base minérale.

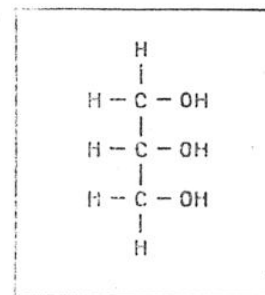


FIG. 2. — LA GLYCÉRINE ET SES TROIS FONCTIONS « ALCOOL » (GROUPE OH)

C'est le constituant de base des corps gras d'origine animale et végétale, qui en dérivent par substitution de divers radicaux d'acides gras aux groupes OH de sa formule (voir figure 3).

FORMULE GENERALE		
R-COOH		
	Acide butyrique	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$
	Acide caproïque	$\text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$
	Acide caprylique	$\text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$
	Acide caprique	$\text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$
	Acide laurique	$\text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$
	Acide myristique	$\text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$
Acide palmitique		$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$
Acide stéarique		$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$
Acide oléique		$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH=CH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$

FIG. 3. — QUELQUES ACIDES GRAS ENTRANT EN COMBINAISON AVEC LA GLYCÉRINE, DANS LA COMPOSITION DES CORPS GRAS ANIMAUX ET VÉGÉTAUX

La fonction « acide » est caractérisée par la présence du groupement COOH . Le radical R représente une combinaison de carbone C et d'hydrogène H, que ses propriétés conduisent à représenter par une longue chaîne. On voit ainsi, à titre d'exemples : l'acide butyrique (quatre atomes de C), présent dans le beurre; les acides caproïque, caprylique et caprique (6, 8 et 10 atomes de C) du beurre de chèvre; l'acide laurique (12 C) du beurre de coco et de l'huile de laurier; l'acide myristique (14 C) du beurre de muscat; les acides palmitique et stéarique (16 et 18 C) et l'acide oléique (18 C également, mais avec une double liaison au centre de la chaîne) qui constituent la partie essentielle des corps gras usuels (suifs et huiles).

Dans les graisses de réserve, les trois fonctions alcool de la glycérine sont en général estérifiées. Ces graisses sont solides lorsque, comme dans les tissus adipeux des animaux, les acides estérifiants sont saturés (chaîne ne contenant que des liaisons simples, type acides palmitique ou stéarique) : dans le suif du bœuf, du mouton, l'acide gras qui estérifie en grande partie les trois fonctions alcool de la glycérine est l'acide stéarique (fig. 3).

Dans les cellules des graines oléagineuses, les corps gras de réserve sont pour la plupart sous forme de globules huileux liquides. Dans les huiles végétales, les acides estérifiants comprennent toujours de l'acide oléique qui a une double liaison au milieu de sa molécule (fig. 3). Un autre acide gras qu'on trouve souvent et plus particulièrement dans l'huile de palme est l'acide palmitique (fig. 3).

Quand, dans

un organisme, les graisses ont besoin d'être transportées pour être consommées dans les combustions, elles ne restent pas sous forme de triesters : c'est sous forme d'esters mixtes où entre de l'acide phosphorique que les graisses circulent dans l'organisme et y subissent les transformations qui caractérisent leur métabolisme.

L'ester mixte le plus connu est la *lécithine*, graisse qui se trouve dans le jaune d'œuf (fig. 4). Une fonction alcool de la glycérine y est estérifiée par l'acide stéarique; une autre par l'acide oléique; la troisième est estérifiée par une des fonctions acides de l'acide phosphorique; une seconde fonction acide de l'acide phosphorique estérifie le groupe alcool primaire de la

choline, la troisième fonction acide reste libre. Il est d'ailleurs probable qu'elle ne reste pas indifférente à la fonction basique forte du groupe choline.

En réalité, quand on veut séparer des

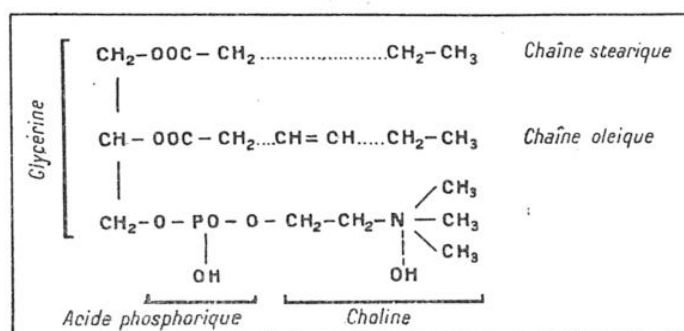


FIG. 4. — LA LÉCITHINE DU JAUNE D'ŒUF
Elle dérive de la glycérine (fig. 2) combinée à une chaîne stéarique, une chaîne oléique et par l'intermédiaire du radical de l'acide phosphorique à une base azotée, la choline.

corps gras naturels, on n'arrive jamais à des corps purs; on recueille seulement des mélanges de corps analogues.

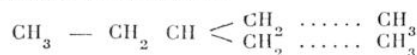
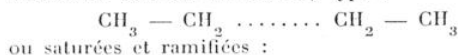
C'est que, dans les organismes, un corps gras n'est jamais formé d'un seul type moléculaire, caractérisé par une chaîne carbonée ayant un nombre défini d'atomes de carbone; avec une telle chaîne, on trouve toujours des chaînes voisines. Par exemple, l'acide stéarique est toujours accompagné d'acide laurique, d'acide myristique et d'acide palmitique. Il est remarquable que les mélanges qu'on observe sont toujours ceux de molécules qui ont entre elles des possibilités d'isomorphisme, possibilités qui ont été recherchées par un savant anglais, Piper. Pratiquement, la plupart des graisses des organismes vivants sont formées d'acides gras dont le nombre d'atomes de carbone est compris entre 12 et 18, et dont les chaînes sont normales, c'est-à-dire non ramifiées.

En résumé, nous dirons que ce que vulgairement on appelle un corps gras, un acide gras, une graisse, est constitué par un ensemble de molécules carbonées normales dont les chaînes ont entre 12 et 18 atomes de carbone (1).

Les corps gras naturels ne sont pas toujours formés uniquement de composés à longues chaînes carbonées comme ceux que nous venons de décrire.

Ces composés peuvent entrer dans des combinaisons avec des protéides, ou bien être simplement associés avec d'autres types moléculaires : dans ces conditions, on observe toutes sortes de propriétés nouvelles; par exemple, quand des composés gras ou des dérivés de corps gras se trouvent sous forme de molécules polaires (2) : sels de Na, esters de choline, il peuvent,

(1) Il ne faut cependant pas confondre les corps gras et les graisses animales et végétales avec ce qu'on appelle les huiles et les graisses minérales. Ces derniers corps sont essentiellement des mélanges de carbures d'hydrogène sans aucune fonction. Ces carbures peuvent être formés de chaînes carbonées saturées et droites, type :



ou non saturées, droites ou ramifiées, ou de groupements cycliques.

Ces huiles et graisses, de nature aliphatique ou asphaltique, sont toutes des dérivés des pétroles naturels.

(2) C'est-à-dire des molécules qui, en solution, donnent naissance à des ions.

en présence de cholestérol, donner des émulsions stables avec l'eau. La lécithine également peut être émulsionnée dans l'eau en présence de cholestérol.

En présence de cholestérol, tout corps gras perd son hydrophobie habituelle : c'est ce qui fait employer le cholestérol dans toutes les pommades et les onguents qui doivent pénétrer la peau.

Le cholestérol est un corps qu'on peut extraire, pur et cristallisé, des cervelles et des moelles épinières recueillies dans les abattoirs. La molécule de cholestérol est une espèce d'un type moléculaire très général : les stérols. Associées à des acides biliaires, à l'acide désoxycholique en particulier, les graisses, qui, avec le cholestérol, ne donnaient que des émulsions, donnent de véritables solutions claires.

Ces quelques mots peuvent laisser entrevoir l'essentiel du mécanisme d'émulsion des graisses, de leur solubilisation, de leur assimilation dans l'organisme grâce aux substances sécrétées par le foie, qui s'écoulent de la vésicule biliaire, du pancréas et qui se déversent dans les intestins.

Ainsi qu'on l'a dit plus haut, le sébum est formé de corps gras esters de la glycérine et d'acides à chaîne carbonée ayant un nombre d'atomes de carbone compris entre 12 et 18, et de cholestérol.

Comment agit le savon ?

Nous venons de voir de quels types moléculaires étaient formés les corps gras qui s'éliminent par la peau. Nous allons maintenant passer en revue les diverses substances qui peuvent servir de savon et nous chercherons à reconnaître à quels types moléculaires ces substances appartiennent. Nous pourrions alors imaginer un mécanisme de l'action des savons sur les corps gras.

Un savon gras est essentiellement constitué par les sels de sodium d'un mélange d'acides gras provenant d'un corps gras naturel.

Traités par la soude, les esters de glycérine constituant un corps gras sont dits saponifiés : on recueille la glycérine d'une part et les sels de soude des acides gras d'autre part.

Une autre famille de substances possédant des fonctions dégraissantes tout à fait analogues à celles des savons gras est celle des saponines.

Les saponines sont des substances assez mal connues qui se trouvent en quantités

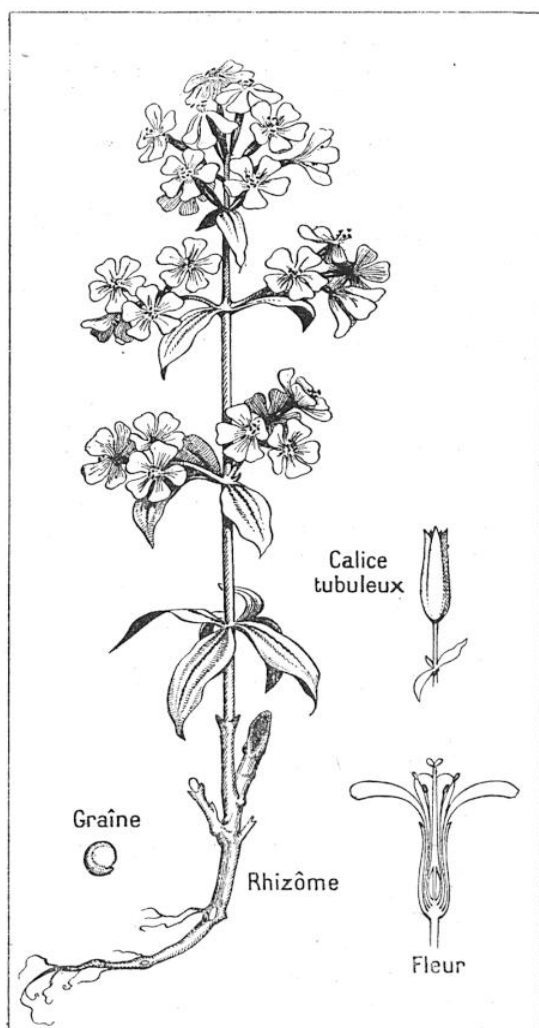


FIG. 5. — LA SAPONAIRE, VÉGÉTAL RENOMMÉ POUR SA RICHESSE EN SAPONINES ET DONT LES PROPRIÉTÉS DÉGRAISSANTES SONT BIEN CONNUES

plus ou moins grandes dans tous les végétaux ; dans quelques espèces seulement, il est possible de les extraire. La plante la plus connue par sa richesse en saponines est la saponaire (fig. 5), de la famille des caryophyllées. L'écorce d'un arbre à port de chêne-vert qui pousse au Chili et au Pérou, le « *Quillaga saponaria* », contient également des saponines. C'est cette écorce broyée qui constitue ce qu'on appelle le « bois de Panama ». Les feuilles de lierre et les marrons d'Inde ont également une certaine teneur en saponines. C'est à cause des saponines qu'elles contiennent que les feuilles de lierre, le bois de Panama, la saponaire ont de tout temps été employés pour faire la lessive.

Si nous savons très bien ce que sont les savons gras, nous savons assez peu de chose sur la constitution chimique des saponines. On sait que leur hydrolyse donne des sucres simples du genre glucose (hexoses ou pentoses) et des molécules constituées par des noyaux beaucoup plus gros ; grâce aux travaux de Ruzicka, on sait que toute une famille de saponines est très fortement apparentée aux stérols : le noyau qui reste après la séparation des sucres est une « sapogénine » constituée par un noyau du type de ceux qui constituent les stérols.

La sapogénine isolée des saponines de lierre, du « Sapindus » (savonnier des Antilles), des feuilles d'olivier, de l'écorce de gaïac, renferme le noyau stérol dans sa formule (fig. 6) (1).

Il est remarquable de constater que les saponines, grâce à la partie « sucre » qui est dans la molécule, sont solubles et ont une solubilité comparable à celle des savons gras, qui, elle, est due au caractère polaire apporté par l'atome de sodium.

Si on enlève le groupement « sucre » de la molécule de saponine, il reste une sapogénine insoluble dans l'eau ; c'est exactement la même chose qui se passe si on enlève l'atome de sodium de la molécule de stéarate de sodium : il reste l'acide stéarique qui est totalement insoluble.

Le caractère polaire conférant une certaine solubilité semble donc être un caractère nécessaire de ce qui est un savon.

On peut poursuivre l'analyse des caractères moléculaires des savons en remarquant que leurs structures sont très apparentées aux structures des constituants des corps gras qu'il s'agit d'éliminer.

Une première catégorie de savons est formée de molécules à chaînes longues ayant un nombre d'atomes de carbone égal à celui qui compose les corps gras à éliminer, ou voisin de ce nombre ; on peut faire varier le nombre d'atomes de carbone des chaînes carbonées des savons entre les limites 12 et 18. Au delà de ces limites, les sels de soude d'acides à chaîne carbonée linéaire ne sont plus de bons savons.

Une seconde catégorie de savons com-

(1) Une autre famille de saponines ne serait cependant pas dérivée du noyau stérol, mais seulement d'un noyau naphthalénique, plus exactement du noyau « Sapotalène » qui est le 1-2-7 méthyl-naphthalène.

prend des composés dont la molécule est constituée par un noyau analogue à celui qui se trouve dans le cholestérol.

En résumé, on peut dire *qu'un savon est un corps qui a une légère solubilité due à un caractère polaire, et dont les molécules sont en relation d'isomorphisme avec l'un ou l'autre des deux constituants des graisses animales, soit avec les longues chaînes carbonées de 12 à 18 atomes de carbone, soit avec le noyau stérol.*

Ayant fait ces remarques, on peut aisément imaginer l'action d'un savon.

Un corps violemment basique comme la soude détruit complètement les tissus; le carbonate de soude, le « cristaux de soude » des marchands de couleurs, est encore assez basique pour décaper la peau d'une manière inquiétante: non seulement les graisses, mais également les couches protéidiques qui constituent l'épiderme protecteur sont hydrolysées et détruites.

La basicité d'un savon gras (due à son hydrolyse) est faible et ne suffirait pas à faire le travail de nettoyage qu'on lui demande, mais c'est alors que la longue chaîne agit en quelque sorte « personnellement » pour emporter les graisses qui souillent la peau. Cette action personnelle est un *simple pouvoir dissolvant* entre types de molécules analogues.

Si on a affaire à des saponines, le pouvoir dissolvant s'exerce non plus sur les chaînes carbonées des graisses, mais sur les molécules à noyau stérol.

Il est difficile de parler de savons sans mentionner le savon des anciens Romains et qui est encore aujourd'hui le « tfeul » des Arabes. Celui-ci n'était autre que l'argile aux propriétés si merveilleuses que l'industrie pétrolifère emploie aujourd'hui en si grande quantité et qu'on appelle la terre à foulon, la montmorillonite, la bentonite.

Peut-on faire entrer les argiles montmorillonites dans la systématique que nous avons esquissée?

C'est très facile si l'on remarque que ces argiles ont une structure lamellaire, qu'entre chaque lamelle se trouve une très grande quantité d'eau et que chaque lamelle élémentaire est tapissée d'un pavage hexagonal gauche d'atomes d'oxygène quasi isomorphe de celui qui est amorcé par un noyau stérol.

C'est certainement à cette parenté de

structure qu'est dû le pouvoir absorbant extraordinaire des terres pour les molécules cycliques, et en particulier pour les stérols qui souillent la peau et le linge.

Comment trouver des savons nouveaux?

Maintenant que nous avons saisi, au moins dans ses grandes lignes, le mécanisme de l'action des savons, pouvons-nous nous servir de ces hypothèses pour nous guider dans la recherche de savons nouveaux, capables de remplacer les savons gras?

Jusqu'ici, la facilité avec laquelle on avait des huiles et des graisses végétales avait évité tout souci de remplacement. Il a fallu une fermeture soudaine et inattendue des mers pour donner une actualité à ces problèmes.

Les relations d'isomorphisme des composés à chaînes carbonées linéaires (donc les relations de solubilité réciproque entre ces divers composés) sont assez bien connues grâce aux travaux de l'école anglaise de Bristol; mais les structures des stérols sont encore relativement peu débrouillées et c'est actuellement un chapitre de la chimie qui se crée.

Quant aux saponines, ce sont des corps à peine connus: on commence à voir un peu plus clair grâce à la magnifique coordination que *Ruzicka* a fait des terpènes et des sesquiterpènes (1). C'est dans ce travail qu'il faudra certainement puiser pour bien comprendre un jour les parentés de structure et pour guider le choix de ce qui pourrait constituer des savons de remplacement.

Des corps gras ayant des chaînes carbonées de 12 à 18 atomes de carbone peuvent s'obtenir par coupure et hydrogénation de molécules cireuses ou de molécules de graisses lourdes comme celles qui existent chez les poissons; on peut également oxyder des paraffines naturelles ou, mieux encore, des paraffines provenant de synthèse Fischer (synthèse d'hydrocarbures à partir du gaz à l'eau).

D'autre part, des molécules ressemblant aux stérols existent dans les résines naturelles, produits provenant des plantes résineuses (pins, sapins).

On sait que les résines sont insolubles dans l'eau, mais on peut préparer leurs sels de soude et avoir des résinates; on

(1) Carbures d'hydrogène qui, avec leurs dérivés oxygénés, sont les constituants principaux des résines.

peut également « sulfoner » les résines, c'est-à-dire que, sur leur molécule, on peut fixer un groupement polaire SO_3H et faire des sels de soude ayant le groupement SO_3Na .

Ces résino-sulfonates ou sulfo-résinates sont des détersifs très souvent employés.

On ne peut savoir si le rôle de la résine se limite à tempérer l'action alcaline de la soude ou bien si un rôle « personnel » est dû au groupement carboné provenant de la résine: trop peu d'études scientifiques ont été faites sur ce sujet.

Mais on peut prédire que *plus « le noyau carboné » s'approcherait de celui des stérols, plus l'action personnelle de ce noyau serait grande.* Supposons que nous trouvions le moyen d'avoir facilement ce « noyau carboné » qui serait susceptible d'avoir une action personnelle. Comment pourrait-on en faire un savon? Il suffirait de lui imposer un caractère polaire. Rien ne semble plus facile grâce à la sulfonation. Le groupe $-\text{SO}_3\text{Na}$, que nous avons déjà rencontré dans les résino-sulfonates, peut se mettre très aisément sur de nombreux carbures et leur confère un caractère polaire qui, d'après quelques exemples existant pratiquement, semble être tout à fait compatible avec les propriétés d'un détersif.

Lorsque, par exemple, on a voulu faire des

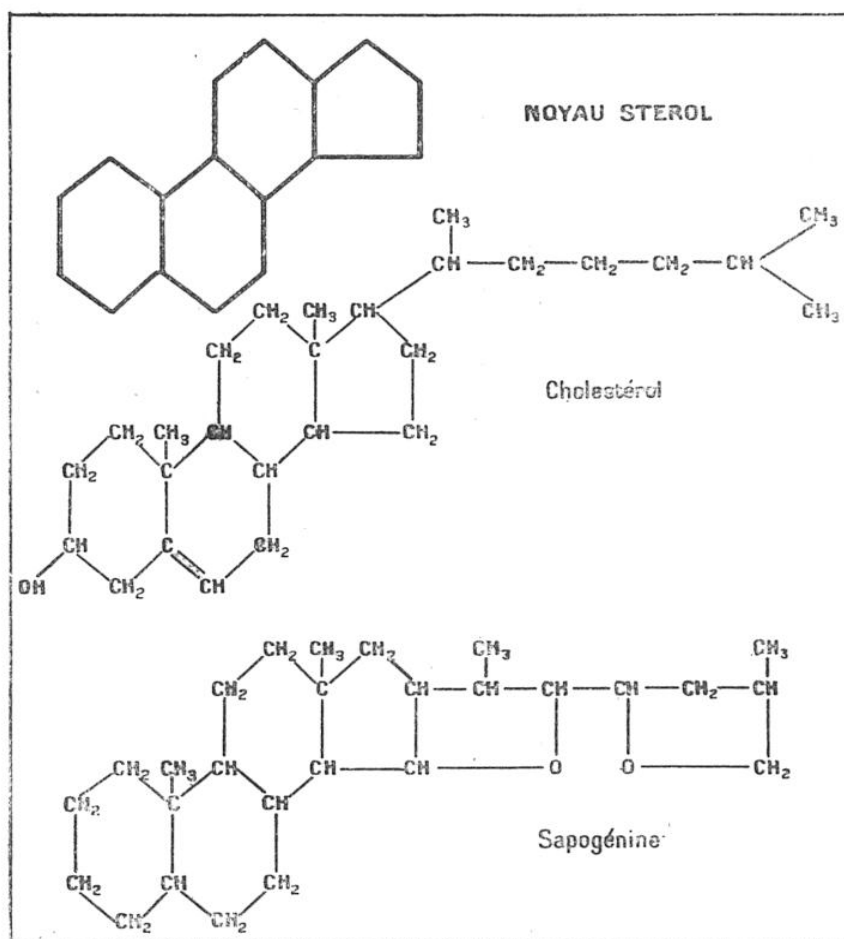


FIG. 6. — LE NOYAU STÉROL ET DEUX DES INNOMBRABLES COMPOSÉS QUI EN DÉRIVENT

Le noyau stérol, dont l'importance biologique est considérable dans le règne végétal et le règne animal (hormones, vitamines, produits aminogènes), comprend quatre cycles carbonés ayant deux à deux un côté commun; trois sont hexagonaux et le quatrième pentagonal. Il a été schématisé ci-dessus en omettant les lettres des sommets et les chaînes latérales qui peuvent y être reliées. Au-dessous figurent les formules développées des deux composés provenant l'un du règne animal, le cholestérol, l'autre du règne végétal, la sapogénine, dans lesquels il est remarquable de retrouver le même noyau. Cette parenté de structure explique certaines propriétés communes et l'action de la sapogénine et des corps analogues sur la cholestérol et les substances qui lui sont apparentées.

savons avec des alcools à longues chaînes (alcools lauriques, par exemple), on les a sulfonés et on en a fait des sels de sodium.

On a également cherché à transformer en détersifs des dérivés du naphthalène en les sulfonant. Ces derniers détersifs sont d'ailleurs très actifs vis-à-vis des graisses et huiles de pétroles, peut-être beaucoup plus que vis-à-vis des graisses d'origine animale et végétale.

On a quelquefois émis l'hypothèse que

l'action détersive d'un savon était due à sa faculté de mousser; on a lié cette possibilité à celle d'émulsionner les corps gras; on se sert de la notion « de tension superficielle » pour expliquer tous ces divers phénomènes.

A la vérité, voilà ce qui se passe : la tension superficielle de l'eau est abaissée quand elle contient en solution certains types de molécules. Cet abaissement est dû au phénomène suivant : avec les corps gras dont les molécules contiennent entre 12 et 18 atomes de carbone et qui sont légèrement polaires comme la lécithine, les savons, avec les saponines, avec tous les résinates, *il y a une très forte concentration de la matière vers la surface de l'eau*. En plus d'une couche formée d'une solution saturée vers la surface, il y a formation d'une véritable *pellicule monomoléculaire* de corps gras à la surface de l'eau : cette pellicule est formée de molécules à longues chaînes orientées. Ces propriétés superficielles sont celles de molécules ayant une certaine polarité, une structure particulière et un encombrement défini. Ces caractères conditionnent les possibilités d'organisation et d'ordonnement des molécules aux surfaces de séparation.

Les caractères communs reconnaissables d'après les propriétés observées à la surface de l'eau sont *une garantie de l'existence* des propriétés communes (polarité, encombrement, structure). Mais si tout savon a la possibilité de mousser, a, comme on appelle, un « pouvoir aphrogène », tout corps ayant un pouvoir

aphrogène n'est pas nécessairement un savon : il faut, en outre, des pouvoirs dissolvants particuliers vis-à-vis, soit de chaînes carbonées, soit des noyaux stériles; ces pouvoirs dissolvants imposent des conditions de structure plus restrictives que n'en impose l'existence d'un pouvoir aphrogène : il faut qu'existent de véritables relations d'isomorphisme entre les constituants des corps gras et les constituants d'un savon.

Il convient de dire que la concentration des molécules superficiellement actives aux surfaces de séparation entre l'air et la phase aqueuse joue un rôle extrêmement important dans le mécanisme de la détersion : *dans les mousses se concentrent ces molécules actives*, les molécules du détersif et celles des corps gras solubilisés.

Le phénomène primaire reste cependant celui de la dissolution dans une phase aqueuse des corps gras indésirables.

Il y a dans ces derniers paragraphes beaucoup d'imagination, mais c'est une hypothèse de travail qui peut permettre un développement nouveau.

Comme tout développement d'une industrie véritablement nouvelle, il ne peut s'appuyer que sur des travaux poussés de laboratoire de recherche. Les grandes écoles scientifiques que nous avons citées développent nos connaissances, et de ces connaissances, acquises et assimilées, l'imagination de ingénieurs saura créer des richesses nouvelles parmi lesquelles naîtra peut-être une nouvelle industrie savonnaire.

Marcel MATHIEU.

Une firme américaine vient de construire un nouveau dispositif pour l'essai des parachutes et l'étude des conditions de leur fonctionnement. Il consiste en une tour haute de 15 m qui porte à son sommet une poutre articulée à laquelle est suspendu un mannequin équipé d'un parachute. Cette poutre, en tournant, entraîne le mannequin qui, sous l'effet de la force centrifuge, décrit un cercle de 60 m de diamètre à une vitesse pouvant varier entre 110 et 480 km/h. Un câble léger, commandé à partir du sol, provoque le déclenchement du parachute dans la position voulue pour que les phases de l'ouverture de la voilure et la chute du mannequin soient enregistrées cinématographiquement. Projeté au ralenti, ce film permet de mettre en évidence les causes de mauvais fonctionnement et d'y porter remède à coup sûr, sans mettre en danger la vie d'un expérimentateur. Il est vraisemblable qu'un tel dispositif d'essai pourra être avantageusement utilisé pour étudier non seulement la résistance mécanique des différentes parties d'un avion lors des « ressources » à grande vitesse, mais aussi les effets des fortes accélérations centrifuges sur l'organisme humain.

LA GUERRE AU COMMERCE PAR LES VEDETTES LANCE-TORPILLES

par Camille ROUGERON

Depuis l'occupation par l'Allemagne des côtes hollandaises, belges et françaises, de la mer du Nord et de la Manche, une nouvelle forme de la guerre au commerce britannique est née : l'attaque à la vedette lance-torpilles des navires isolés et des convois. Cette arme n'est pas nouvelle, puisqu'elle est apparue sur la fin de la guerre 1914-1918 dans la marine italienne et qu'elle servit à couler des sous-marins autrichiens. L'idée d'une « poussière navale » s'attaquant impunément, grâce à sa vitesse et à l'invisibilité que lui confère son faible déplacement unitaire, à la flotte de combat ou de commerce ennemie est encore plus ancienne, puisque le torpilleur rapide et de petit tonnage fut créé pour cette guerre de course. De même que le torpilleur a suscité l'apparition du contre-torpilleur plus rapide et plus fortement armé, sans doute allons-nous voir apparaître des engins dotés d'une vitesse au moins égale et pourvus d'un armement automatique puissant qui leur permettra d'interdire aux vedettes torpilleurs l'approche des convois. Ainsi s'amorcerait, entre l'attaque et la défense, une nouvelle course au tonnage.

La vedette lance-torpilles et le blocus de la Grande-Bretagne

LES Pays-Bas n'étaient pas encore occupés complètement par l'armée allemande que les vedettes à moteur de la marine, descendant le Rhin ou se glissant le long des côtes, faisaient leur apparition. A Dunkerque, elles apportaient leur concours à l'aviation pour tenter d'empêcher le rembarquement des troupes encerclées, et les vedettes y remportaient des succès du même ordre que les avions. Au lendemain de l'armistice, les vedettes étendirent leurs bases jusqu'à Brest et, depuis, les communiqués allemands nous annoncent régulièrement les succès de ces petits bâtiments dans l'attaque des navires isolés ou des convois. Après le croiseur de surface, le sous-marin, l'avion, un nouvel engin vient s'essayer à son tour dans le blocus de la Grande-Bretagne.

S'il n'a pas encore à son actif des destructions de tonnage de l'importance des premiers, ses succès ont cependant un caractère assez inquiétant pour la marine britannique : les communiqués allemands ont annoncé les avoir remportés sans pertes, et les communiqués britanniques n'ont pas démenti. Cette nouvelle mission de la vedette, qui est au moins la

quatrième — attaque à la torpille du navire de ligne, chasse aux sous-marins, escorteurs armés en D. C. A., attaque des navires de commerce — semble donc ouvrir une carrière intéressante au dernier-né des types de bâtiments de guerre.

Le torpilleur et l'attaque des communications maritimes

L'idée d'attaquer le navire de commerce gros et lent au moyen d'un petit navire rapide remonte à la plus haute antiquité, et au moins à l'époque où les navires « longs » des Phéniciens, naviguant à l'aviron avec la voile comme auxiliaire, pourchassaient le navire « rond », naviguant à la voile avec l'aviron comme auxiliaire. Malgré les objurgations de Vauban, grand défenseur de la course et qui aurait bien voulu voir « les marines revenir de l'erreur ridicule de croire que les galères ne sont pas propres sur la mer océane », la lutte entre l'aviron et la voile resta confinée en Méditerranée. Vauban mourut sans avoir vu les galères s'élancer des ports de la Manche à l'assaut des convois britanniques.

Mais c'est assurément dans la doctrine dite de la « jeune école » française, entre 1885 et 1900, que se rencontre l'affirmation la plus vigoureuse de la puissance du petit navire, et spécialement du tor-

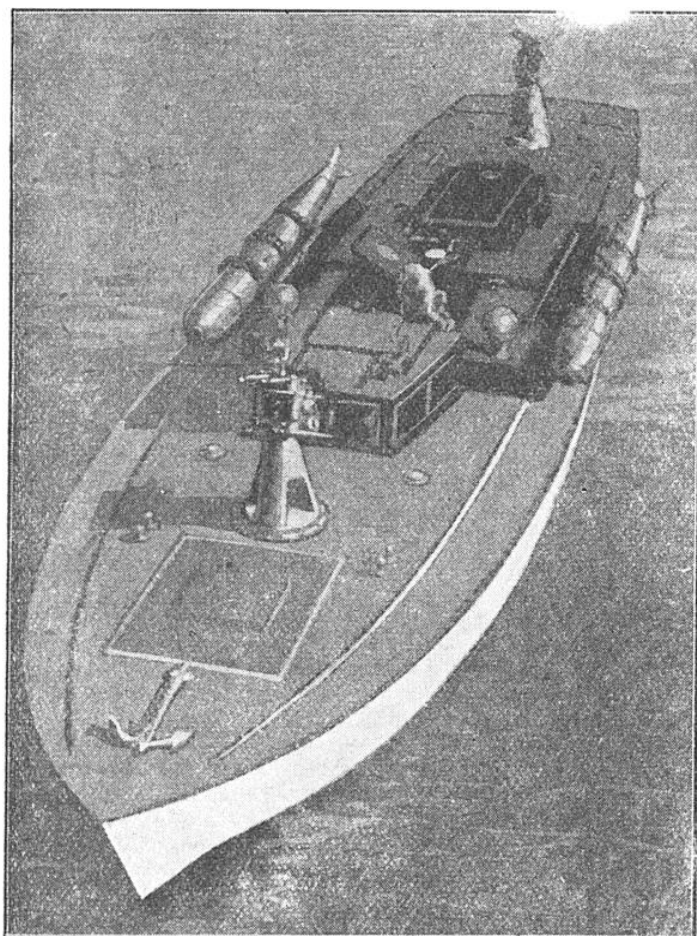


FIG. 1. — UN M.A.S., TYPE DE VEDETTE TORPILLEUR ITALIENNE

La vedette torpilleur a été créée en Italie pour la lutte contre le sous-marin : le M.A.S. est un « motoscafo anti-sommergibile ». L'armement principal est la torpille de 450 mm que des pinces-tenailles déposent de chaque bord à l'instant du lancement ; cette disposition remplace le lâcher sur l'arrière, employé par les premières vedettes qui se dérobaient latéralement pendant que leurs torpilles, prenant de la vitesse, les dépassaient. Contre sous-marins en plongée, l'armement comporte cinq grenades. Un armement de défense contre avions est devenu indispensable ; il comprend des mitrailleuses mises en place sur les trépieds que l'on remarque à l'avant et à l'arrière. Le déplacement est d'une vingtaine de tonnes. Avec deux moteurs de 1 000 ch la vitesse atteint 47 nœuds. Le rayon d'action est d'environ 375 km.

pilleur de quelques dizaines de tonnes en honneur à cette époque, à renouveler la guerre de course.

Nous ne saurions en donner un résumé plus exact que celui qu'en fait l'amiral Castex, dans ses *Théories stratégiques* :

« La thèse stratégique de la « jeune école », est, en substance, la négation de l'importance de la force organisée et de la bataille qui règle son sort, et la

croyance étrange que l'objectif principal, sur mer, n'est pas comme sur terre la destruction de la principale armée ennemie. C'est le refus du combat érigé en système. C'est l'apologie de la guerre de course comme mode unique d'opérations. C'est la guerre de côtes envisagée offensivement et défensivement suivant une méthode curieuse. Offensivement, elle se fera au moyen de bombardements suivis de fuite, en lesquels on place un espoir enfantin, qui fait litière de l'existence de la flotte ennemie... C'est enfin, dans l'ordre matériel, la foi dans le navire minuscule, dans la poussière navale, les outils bizarres comme le bateau-canon, l'avisomortier..., tous impropres à une besogne offensive et incapable de tenir la mer. Il y avait là, entourés de beaucoup d'ardeur et de sincérité, des germes morbides qui nous auraient empoisonnés si nous ne les avions éliminés à l'aide du jugement du bon sens et de la méthode historique ».

La marine allemande n'est évidemment pas de cet avis, et, aujourd'hui qu'elle détient les bases indispensables, la voici qui lance sa « poussière navale » à l'assaut du commerce britannique, sans se soucier de détruire au préalable « la principale armée ennemie ». Le matériel qu'elle met en œuvre, comme la tactique qu'elle emploie, rappellent de bien près le matériel et la tactique prônées par la « jeune école ». Les résultats qu'elle en obtient ne semblent pas, pour l'instant, si méprisables.

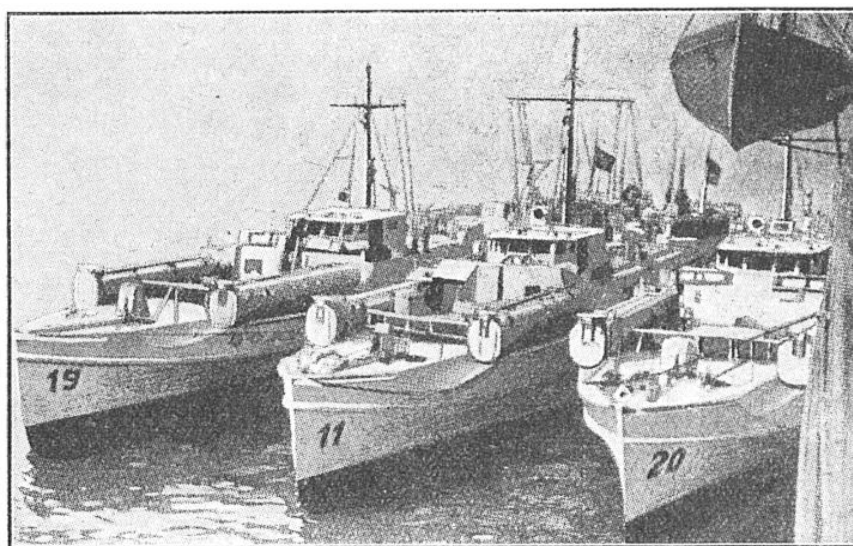
Du torpilleur de 1873 à la vedette de 1941

Whitehead venait à peine de présenter aux marines européennes sa première torpille automobile que le constructeur anglais Thornycroft, reprenant l'idée de Fulton et les premières réalisations des « Davids » de la guerre de Sécession,

créait un bâtiment lance-torpilles spécialisé en livrant, en 1873, à la marine norvégienne, le « Raps », navire de 16 tonnes et de 19 nœuds. Le torpilleur était né, avec ses deux traits essentiels : invisibilité, vitesse.

Il lui manquait assurément au moins le rayon d'action et la tenue à la mer ; on ne pouvait lui donner ces qualités qu'en s'engageant dans la voie de l'augmentation de tonnage. Les torpilleurs de 32 t apparaissent, dès 1878, dans la marine française ; les 46 t dès 1880, les 50 t dès 1884 avec les torpilleurs type « Balny ».

Les plus vives protestations accueillirent la mise en chantier de ce dernier type. Dépasser les 46 tonnes, c'était en-



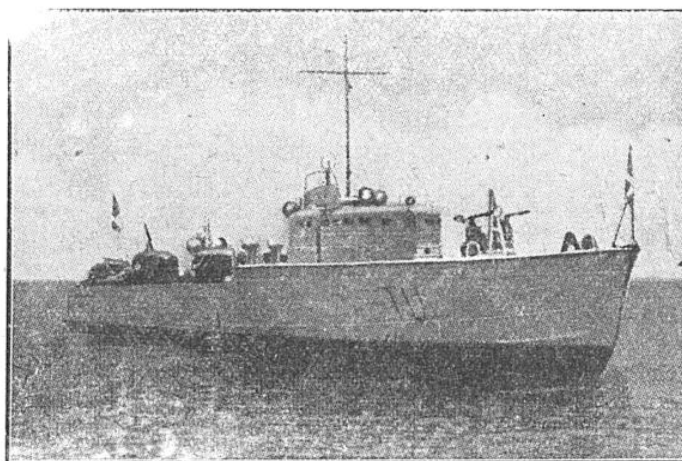
T W 5003

FIG. 3. — VEDETTES TORPILLEURS ALLEMANDES DE 62 TONNES

Elles sont utilisables contre avions et contre petits bâtiments ; on a réduit la vitesse à 60 km/h environ, ce qui a permis l'emploi de moteurs relativement lourds (Diesel M.A.N. ou moteurs Daimler-Benz, type automotrice). Ces vedettes, longues d'une trentaine de mètres, sont d'un type assez différent de celui utilisé dans les autres marines. On a accentué la puissance de feu en montant de nombreux canons automatiques de petit calibre,

lever au torpilleur sa qualité essentielle : l'invisibilité ; les promoteurs de la nouvelle marine n'hésitaient pas à accuser leurs adversaires de chercher à faire condamner le torpilleur en lui donnant des dimensions incompatibles avec le rôle qu'il avait à remplir. Leurs protestations réussirent à enrayer la croissance du tonnage pendant quelques années.

Le torpilleur en serait vraisemblablement resté longtemps encore à des tonnages modérés si la marine britannique, inquiète de voir ce type de navire se répandre à des centaines d'exemplaires dans les autres marines, n'avait trouvé une parade particulièrement efficace dans le « destroyer » qui apparut, dès 1893, au déplacement de 220 tonnes. Dorénavant, le torpilleur rencontrait en face de lui un adversaire plus rapide, tenant mieux la mer, à l'armement plus puissant ; il ne pouvait plus gagner sa position de lancement qu'après une lutte sévère d'artillerie où il avait toutes chances de succomber.



T W 5604

FIG. 2. — VEDETTE EXPÉRIMENTALE ITALIENNE DE 59 TONNES
STEFANO TURRI

Cette vedette, équipée de moteurs Isotta-Fraschini, mesure 32 m de long. Elle est armée de quatre tubes lance-torpilles de 450 mm et de trois mitrailleuses anti-aériennes. Elle pourrait sans difficulté, étant donné ses dimensions, porter un armement plus puissant qui en ferait un véritable « destroyer » de vedettes.

C'était le signal de la course au déplacement. Torpilleurs et contre-torpilleurs se confondaient, et l'on serait bien en peine aujourd'hui de fixer le tonnage auquel on s'est arrêté, depuis que l'on a vu des « contre-torpilleurs » français de plus de 3 000 tonnes et des « Condottieri » italiens construits en réplique dépasser les 5 000 tonnes. Tout ce que l'on peut affirmer, c'est que, si la surprise et l'invisibilité sont pour quelque chose dans le succès d'une attaque à la torpille, il y a longtemps que le torpilleur a cessé de pouvoir en lancer.

Il y avait donc une place à prendre lorsque apparut la vedette lance-torpilles. La vedette à moteur est l'héritière directe du torpilleur de 1880, dont les navires de 1 500 à 3 000 tonnes qui portent aujourd'hui le même nom ont complètement perdu la tradition. Elle en a l'invisibilité, car elle en a conservé le déplacement. Elle en a la supériorité de vitesse sur tout autre navire à flot, qui lui permet à la fois de le rejoindre, et, l'attaque pro-

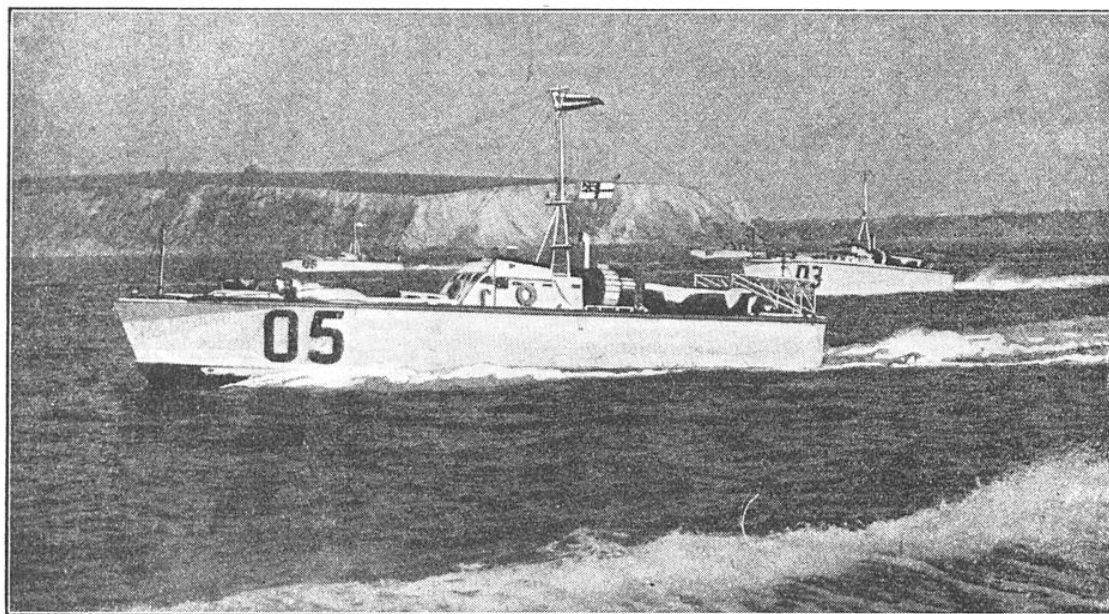
noncée, de se soustraire à sa réaction. Elle en a les qualités manœuvrières, qui seules lui permettront d'échapper, quand le réglage du tir sur les torpilleurs d'aujourd'hui, de 100 à 120 m de longueur, est presque aussi aisé que sur le cuirassé de 1880.

La tactique du torpilleur et de la vedette

Ce sont bien ces caractéristiques qui permettent à la vedette de reprendre, avec le succès que l'on peut constater, la tactique qui, à en croire ses promoteurs, devait être celle du torpilleur à sa naissance.

« Le torpilleur actuel, écrivait, en 1885, M. Gabriel Charmes (1), est aussi invulnérable qu'il est nécessaire, qu'il est possible de l'être à un bateau de combat; il a, comme garantie d'invulnérabilité, la petitesse de ses dimensions, la vitesse et le nombre. Evoluant avec une rapidité

(1) *Les torpilleurs autonomes et l'avenir de la marine.*



T W 5602

FIG. 4. — LES M. T. B., VEDETTES BRITANNIQUES DE 18 TONNES

Ces vedettes (motor torpedo boat), d'une longueur de 18 m, ont un rayon d'action relativement élevé de 950 km à 20 nœuds et peuvent ainsi se transporter à grande distance par leurs propres moyens. C'est au départ de leur voyage d'Angleterre à Malte que cette photographie a été prise. L'armement principal comprenait deux torpilles de 450 mm mises à l'eau par l'arrière; il a été complété au cours de la guerre par des grenades contre sous-marins. L'armement de défense rapprochée contre avions est particulièrement imposant; il comprend deux affûts quadruples de mitrailleuses, dépassant ainsi en puissance celui de nombreux torpilleurs de déplacement cent fois plus élevé. Il est d'autant plus dangereux que le champ de battage de ces mitrailleuses ne connaît aucun obstacle, tel que les superstructures des torpilleurs et des grands bâtiments qui permettent à l'avion de prononcer ses attaques dans des secteurs presque privés de feux.



T W 5603

FIG. 5. — VEDETTE EXPÉRIMENTALE BRITANNIQUE DE 28 TONNES

Equipées de trois moteurs Isotta-Fraschini de 1 000 ch chaque, ces vedettes auraient atteint 80 km/h. Leur armement prévu était de deux torpilles de 533 mm et de deux à quatre mitrailleuses de D. C. A.

foudroyante (1), il sera beaucoup moins aisément atteint qu'on ne paraît le croire par les projectiles ennemis, auxquels il n'offrira qu'une cible exiguë...

La vitesse, qualité essentielle du torpilleur de jadis, est aujourd'hui l'apanage de la vedette à moteur. Elle est le seul type de bâtiment en mesure d'attaquer tout navire, du cargo à 12 nœuds au torpilleur à 45 nœuds, et de se dérober ensuite à sa réaction. Cette attaque suivie de fuite, à laquelle on reproche de « faire litière de la flotte ennemie », est aujourd'hui la méthode générale d'emploi offensif du navire comme de l'avion. La vedette à moteur suit l'exemple du croiseur qui, rencontrant un convoi dans l'Atlantique, fait demi-tour dès que son feu lui attire une riposte d'un convoyeur d'armement comparable au sien; elle suit l'exemple de l'escadrille de sous-marins qui, ayant lâché sa gerbe de torpilles, se disperse en tous sens sans attendre les grenades des chalutiers; elle suit l'exemple du bombardier en piqué qui, après avoir arrosé le cargo de ses bombes, s'échappe dans les nuages sans juger utile de se mesurer avec les chasseurs de l'escorte. Pendant des dizaines de siècles, des héros d'Homère jusqu'à

(1) Les vitesses « foudroyantes » étaient alors d'une vingtaine de nœuds.

Douhet, on a cru que l'honneur du militaire l'obligeait à « offrir le combat ». On s'aperçoit aujourd'hui que « le refus du combat érigé en système » s'allie fort bien avec l'esprit offensif le plus développé, et que la fuite, une fois la mission remplie, n'a rien de déshonorant.

La surprise est cependant rarement assez complète pour que la vedette lance-torpilles ait la certitude d'échapper au feu des convoyeurs et des bâtiments du convoi. Contre ce feu, sa seule protection est encore sa vitesse, complétée par sa maniabilité, et l'expérience vient de montrer que la vedette échappait ainsi à des adversaires d'armement beaucoup plus puissant que le sien.

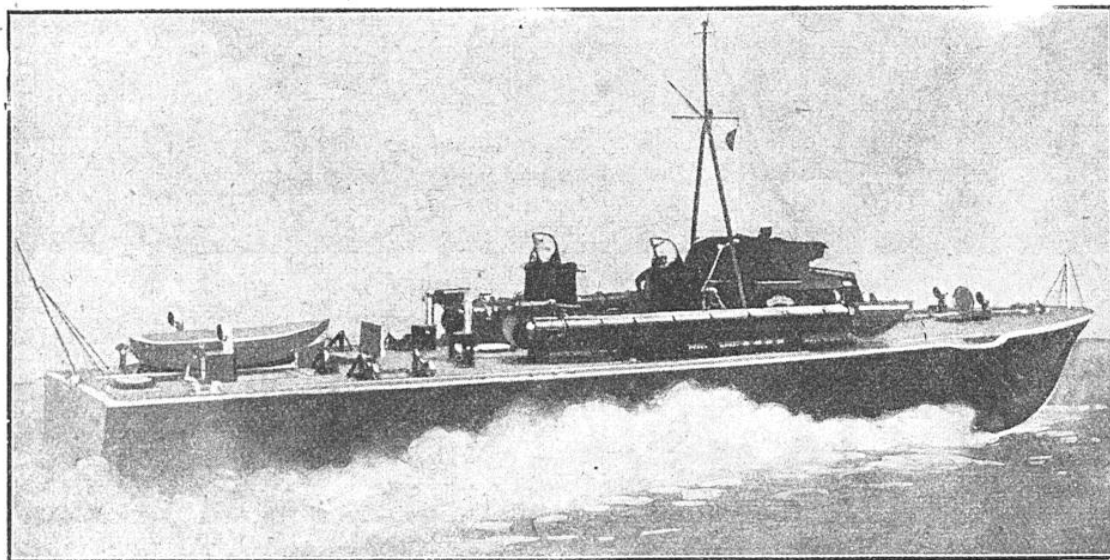
Comment s'explique cette entorse à la loi générale qui veut que l'issue du combat soit liée à la puissance du feu?

A l'époque lointaine où le « 300 tonnes » était l'élément principal de nos flottilles, un jeune lieutenant de vaisseau eut à traiter, pendant son passage à l'Ecole de Guerre, le problème classique de l'attaque du navire de ligne par une escadrille de torpilleurs. Il fit scandale en renonçant à toutes les manœuvres savantes pour gagner la position de lancement, et en s'en tenant à la route droite. Le professeur voyait déjà un nouveau ravage des doctrines du général Cardot,

fort en honneur à l'époque : « Aux manœuvres tournantes, enveloppantes, astucieuses, j'oppose le superbe, éternel et brutal coup droit... ; aux sauts de crapaud dans les gouttières du terrain, la marche sur le tonnerre, tambour battant. » Mais le lieutenant de vaisseau, qui était canonnier, se défendit d'avoir cédé à aucune mystique de ce genre ; sa solution était la simple application de la méthode de tir. On lui avait appris à ré-

leurs allemands. Le tir n'est jamais réglé, car il n'est jamais en direction. Du navire attaqué, la vedette paraît entourée par les projectiles ; en réalité, ils peuvent en tomber à des centaines de mètres sur l'avant ou sur l'arrière. Un léger crochet lui évitera d'ailleurs de passer dans la zone où les ricochets et les gerbes seraient trop denses.

Contre la vedette, aussi bien que contre l'avion, le déplacement ne sert au na-



T W 5001

FIG. 6. — VEDETTE TORPILLEUR BRITANNIQUE DE 32 TONNES

Construites en mettant à profit l'expérience du type précédent, ces vedettes, équipées de trois moteurs Isotta-Fraschini de 1 150 ch chaque, atteindraient 75 km/h. Deux moteurs de croisière sont montés sur les arbres latéraux. L'armement comporte deux torpilles de 533 mm et plusieurs mitrailleuses de D.C.A. Sur les derniers types de vedettes britanniques, les moteurs « marins », tels que l'Isotta-Fraschini, ont été remplacés par des moteurs d'avion Rolls-Royce « Merlin », du même type qui équipe l'aviation de chasse de la R. A. F.

gler son tir par l'observation des coups en direction dont les gerbes se détachent sur le but de façon différente suivant qu'ils sont courts ou longs ; comme il y avait bien peu de chances qu'un coup soit en direction d'un torpilleur de 5 m de large se dirigeant droit sur son adversaire, il en concluait que celui-ci ne pourrait jamais régler son tir et que le torpilleur avait ainsi les plus grandes chances d'y échapper.

C'est précisément la tactique de la vedette, qui met en défaut aussi bien le canon de 120 mm du destroyer que le canon de 152 mm du cuirassé, là où un bâtiment d'un millier de tonnes serait détruit en quelques salves, comme l'ont montré successivement, à Narvik, les pertes de torpilleurs britanniques et de torpil-

lire attaqué qu'à augmenter les dimensions de la cible. Les milliers de tonnes qui en font un affût résistant pour pièces lourdes et donnent à cet affût la stabilité de plate-forme indispensable au tir précis à grande distance ne lui sont plus d'aucun secours ; le seul tir efficace, contre vedette et contre avion, est celui des armes automatiques de petit calibre.

On peut se demander pourquoi le tir de défense, assez dangereux pour l'avion au moment où il pique sur le navire, ne l'est pas pour la vedette se dirigeant vers lui, et pourquoi le tir contre l'objectif à grande vitesse latérale (1) est efficace si cet objectif est une vedette et ne l'est pas si c'est un avion.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 279, novembre 1940.

C'est, tout d'abord, que la vitesse des deux assaillants n'est nullement comparable; la vedette est cinq fois moins rapide que l'avion. La conduite du tir contre objectif flottant de cette vitesse est assez exacte, et les armes qu'elle met en jeu sont assez puissantes pour que tout objectif pris sous un feu qu'on pourrait régler coure des risques sérieux de destruction. L'observation des coups est, dans ce cas, un moyen puissant d'amélioration du tir dont on ne dispose pas dans

aura consacré à sa défense contre avions rapprochés une fraction de son déplacement en rapport avec la gravité de la menace.

Dans les succès de la vedette, il ne faut pas négliger l'une des causes principales : le progrès de la torpille. On n'aurait certainement pas demandé mieux que de lancer à trois kilomètres les torpilles de 1900. Mais l'engin lancé dans ces conditions n'aurait guère été plus rapide que le navire de ligne qu'il lui fal-

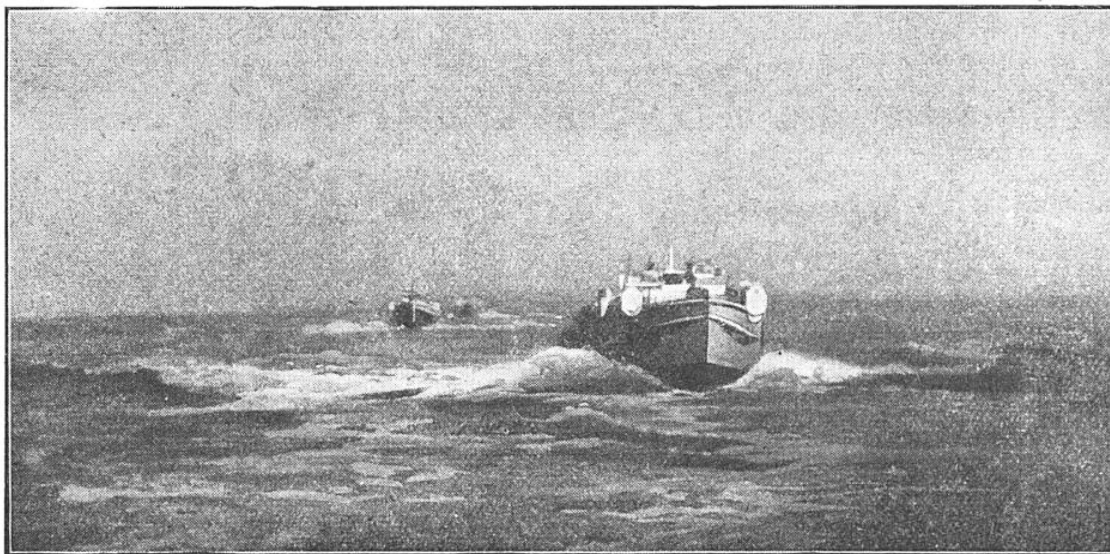


FIG. 7. — PATROUILLE DE VEDETTES TORPILLEURS ALLEMANDES EN MER DU NORD

le tir de D.C.A.; la persistance des gerbes au milieu desquelles la vedette défile à grande vitesse permet même d'utiliser pour le réglage en portée des coups qui ne seraient pas en direction au moment où le projectile touche l'eau.

De plus, la sécurité relative des vedettes au cours de leurs opérations de lancement tient certainement à leur prudence. L'avion peut se permettre de lancer sa bombe en piqué à quelques centaines de mètres du navire qu'il vise; il court un gros risque, mais en revient fréquemment. La vedette à moteur qui prétendrait lancer à même distance, pour avoir la certitude de mettre toutes ses torpilles au but, aurait peu de chances d'y parvenir et encore moins d'en revenir. Le marin doit se résigner à lâcher ses torpilles à quelques milliers de mètres, comme l'aviateur sera bien obligé de le faire pour ses bombes lorsque le navire

lait rattraper; les chances de rencontre auraient été faibles. L'objectif est aujourd'hui un cargo presque deux fois plus lent que le cuirassé d'autrefois; la vitesse de la torpille à la même distance a au moins doublé; les chances d'atteinte deviennent élevées.

L'avenir de la vedette à moteur

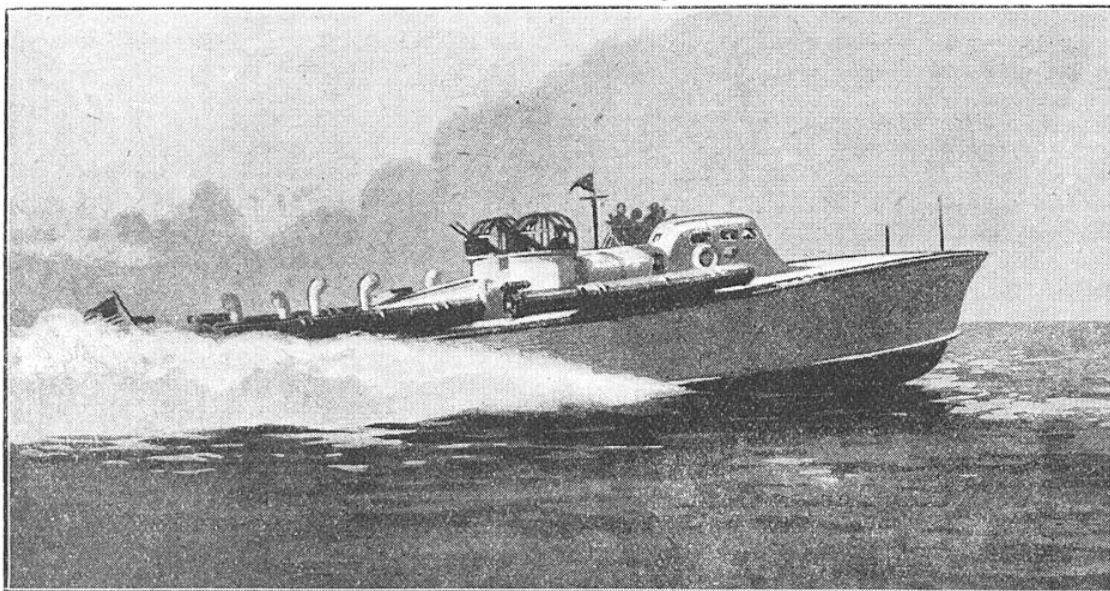
S'il est vrai que toute arme trouve sa parade, il en sera de la vedette comme du torpilleur. Il y a d'autant moins lieu d'en douter que les parades sont exactement les mêmes.

Ce qui a permis la vedette, comme ce qui avait permis le torpilleur, c'est son moteur. Ce n'est ni dans un cas ni dans l'autre la réduction du déplacement. L'opposition qu'on se plaît quelquefois à établir entre le petit navire rapide et le gros navire lent n'a aucune base sérieuse. Avec la même puissance par tonne, le

gros navire est toujours plus rapide que le petit, et la loi s'applique aussi bien aux formes de carène anciennes à faible déjaugage qu'à la sustentation sur redan.

A vrai dire, il faut au moins reconnaître au déplacement choisi pour l'introduction du nouveau type de navire un

N'était-ce pas ainsi que la chaudière à petits tubes s'était introduite dans la marine de guerre aux débuts du torpilleur, pour parvenir en 1914 sur le navire de ligne, dans presque toutes les marines? N'était-ce pas ainsi que la machine à vapeur avait fait son apparition, en commençant timidement sur quelques avi-



T W 5608

FIG. 8. — LES « MOSQUITOS », LES PLUS RÉCENTES VEDETTES AMÉRICAINES

Longtemps réfractaire à la vedette, ce qui s'expliquait par l'énorme rayon d'action nécessaire aux opérations dans le Pacifique, la marine américaine vient de passer une première commande de vingt-quatre unités de ce type. L'armement est de six tubes lance-torpilles, six grenades contre sous-marins et de plusieurs canons automatiques de D. C. A. sous tourelles. La vitesse annoncée est de 80 km/h, et l'on précise même qu'elle peut être soutenue par creux de 5 mètres. Cette affirmation est moins extraordinaire qu'elle ne paraît; la performance la plus dure est de soutenir de telles vitesses par mer de 1,50 m à 2 m de creux, sur houles courtes de 20 à 30 m de crête en crête. Les longues houles de l'Atlantique et du Pacifique, de plusieurs centaines de mètres, sont beaucoup moins gênantes, même si elles ont 5 m de creux. En fait, jamais aucun type de navire n'a eu une tenue à la mer comparable à celle de la vedette à superstructures bien carénées, qui peut franchir sans avaries les houles déferlantes, quand d'autres bâtiments y laisseraient leur voilure, leurs mâtures, leurs passerelles, leurs cheminées. L'armement défensif sous tourelles est une innovation plus intéressante; on s'étonnera un jour que l'on ait attendu si longtemps pour doter la défense rapprochée du navire d'une tôle à l'épreuve de la balle de mitrailleuse des avions l'arrosant en piqué, alors qu'on commence à introduire cette protection sur l'avion lui-même.

mérite d'ordre psychologique qui compensait largement son infériorité technique. Le moteur à explosion est à la disposition de la marine comme de l'aviation depuis au moins cinquante ans. Mais, si l'on avait entrepris en 1916 de le monter pour ses débuts sur un contre-torpilleur, le rejet de la proposition aurait été plus certain encore que l'échec qui eût attendu la réalisation. Les nouveautés sont plus aisément acceptées en 10 tonnes qu'en 1 000 tonnes.

sos pour finir, trente ans plus tard, sur les vaisseaux? Des appareils aussi dangereux, aussi salissants, ou peut-être simplement aussi nouveaux, que la machine à vapeur, la chaudière à petits tubes ou le moteur à explosion ne peuvent s'introduire en marine sans un long stage probatoire dans les échelons inférieurs.

Pour le moteur à explosion, dont on peut célébrer cette année les 25 ans de services sur navires de guerre, la tâche aurait été grandement facilitée par son

emploi en aviation, si le moteur « marin », spécialement établi par des bureaux d'études et des ateliers ayant une longue expérience des besoins des marines de guerre, n'était venu se mettre en travers de l'évolution.

C'est probablement à la marine soviétique qu'il faut rapporter le mérite d'avoir rompu avec la tradition, et, dès 1936, on présentait aux visiteurs des usines de constructions aéronautiques de Moscou des séries de moteurs « marins » qui ne différaient du moteur d'avion que par le remplacement du duralumin par le cuivre dans le tuyautage de refroidissement.

La marine britannique suivit, dans des circonstances assez curieuses, révélées au cours d'un débat à la Chambre des Communes peu avant la guerre. L'un des titulaires des marchés de vedettes de l'Amirauté s'avisa un jour qu'un lot de moteurs d'avions réformés était à vendre. Il les acquit au prix de la ferraille, les révisa, leur donna une couche de peinture et les monta sur sa fourniture. Expédiées à Malte par leurs propres moyens, ces vedettes se montrèrent d'une endurance surprenante au cours de la traversée, pendant que les concurrentes jalonnaient la route dans l'attente des pièces de rechange pour leurs moteurs « marins ». Mais il n'est pas de mécanique si solide, serait-ce un vieux moteur d'avion, qui ne finisse par s'user. Au cours d'une visite, on s'aperçut que les pistons étaient à changer. On les réclama au constructeur. On les monta. Rien ne marchait plus. C'est ainsi que l'on s'aperçut que la mécanique si endurante était un vieux moteur d'avion réalésé. Depuis, l'Amirauté a consenti à accepter directement le moteur d'avion sur ses vedettes.

Autant qu'on pouvait le savoir, les vedettes de la marine allemande construites avant la guerre n'étaient pas équipées de moteurs d'avions. Mais l'Allemagne était probablement le seul pays qui put s'offrir le luxe de monter sur ses navires des moteurs légers qui ne fussent pas des moteurs d'avions, sans pécher par défaut d'endurance. Son industrie disposait d'une gamme complète, parfaitement étudiée, convenant à l'automotrice pour voie ferrée, au grand dirigeable... Elle n'eut qu'à y puiser pour y trouver un Diesel léger pour vedette, comme elle l'avait fait pour ses sous-marins.

Jusqu'ici, le choix du Diesel léger à la

place du moteur à explosion n'entraîne pas une réduction sensible des performances. Tant que l'appareil propulsif pour torpilleurs pèsera plus de 10 kg au cheval, il est presque aussi aisé de le surclasser avec le moteur genre automotrice à 4 kg par cheval qu'avec le moteur pour dirigeable à 2 kg au cheval ou le moteur d'avion à 1 kg au cheval. Le recours au type le plus léger commencera à devenir intéressant lorsque les marines auront trouvé l'emploi militaire des vitesses qu'on peut obtenir en montant quelques centaines de chevaux par tonne.

La marine allemande avait d'autant moins besoin du recours au moteur extraléger qu'elle a compris la première l'intérêt du déplacement pour relever la vitesse. Ses vedettes lance-torpilles de 60 tonnes ouvrent la voie au « destroyer de vedettes » qui, complétant ou remplaçant les torpilles par de nombreuses armes automatiques de petits calibres, pourra barrer la route aux vedettes moins rapides ou les poursuivre. Tout est prêt pour donner le signal de la course. Les 2 000 ch d'un Daimler-Benz D.B. 605, d'un Rolls-Royce « Vulture », d'un Napier « Sabre », fournissent dès à présent aux marines qui s'intéressent au développement de la vedette et de ses parades tous les appareils moteurs désirables.

La course au tonnage une fois entreprise, on peut compter sur son développement spontané. La progression est sûre, mais elle est lente. Il faudra du temps pour admettre que les moteurs d'avions peuvent, tout comme les corps de turbines, s'accoupler par deux, puis par quatre, sur une même ligne d'arbres, par le moyen d'une roue de réducteur commune. Il faudra surmonter la résistance de ceux qui embarquèrent pour la première fois sur des navires à 35 nœuds, et qui se demanderont à quoi peuvent bien servir les vitesses de 80 nœuds; ce seront simplement les fils de ceux qui avaient fait leurs débuts sur les torpilleurs aux vitesses « foudroyantes » de 20 nœuds et finirent par avoir raison de ce vieux fou de Fisher avec son projet d'un « Incomparable » à 35 nœuds.

Mais, un beau jour, la « vedette » de 50 000 tonnes, franchissant sur son redan, de crête en crête, les houles de 6 m de creux, finira bien par faire son apparition. Ce sera le signe certain qu'un minuscule engin nouveau prend le départ pour la détrôner. Camille ROUGERON.

LES RAYONS X ET LA CHIRURGIE MILITAIRE

LE REPÉRAGE DES PROJECTILES ET LE GUIDAGE DE LEUR EXTRACTION

par Maurice E. NAHMIAS
Docteur ès Sciences

La campagne qui s'est déroulée en France, au mois de juin dernier, a mis en évidence les énormes progrès de la chirurgie militaire. Malgré les bombardements, les blessés étaient évacués, opérés derrière les lignes, puis dirigés tout aussitôt vers les hôpitaux de l'arrière. La rapidité des secours, jointe à l'emploi de procédés puissants de lutte contre l'infection (sérum antitétanique, antigangréneux), a sauvé bien des vies humaines et permis de recourir dans une proportion bien plus faible qu'en 1914 aux amputations. Ces interventions chirurgicales immédiates n'ont pu être effectuées qu'après un diagnostic rapide et précis. La radiologie militaire était équipée d'appareils de campagne lui permettant, par des méthodes simples, de localiser instantanément dans le corps d'un blessé les corps étrangers (projectiles), principales sources d'infection. Pour certaines interventions délicates, des méthodes de guidage donnaient également à chaque instant au chirurgien l'emplacement du projectile à extraire, que le scalpel pouvait alors aller chercher en lésant le moins possible les organes essentiels du blessé.

CHACUN connaît aujourd'hui les services que rend journallement la radiologie. Combien de diagnostics de toutes sortes seraient incomplets et même impossibles à faire sans les radioscopies et les radiographies! Combien de tuberculeux, d'intoxiqués, de cancéreux doivent la vie, ou au moins une santé meilleure, à la technique radiologique.

Il existe pourtant un chapitre peu connu de cette science appliquée qui a enregistré tout récemment de très nombreux progrès. Des milliers de blessés sur tous les points du globe, et particulièrement d'Europe, ont appris à connaître certains tours de main de cette technique nouvelle, préludes aux opérations après lesquelles les projectiles implantés dans leur corps leur furent finalement présentés comme de mauvais souvenirs. Peu d'entre eux soupçonnent cependant les efforts déployés par le radiologiste pour localiser scientifiquement ces balles ou ces éclats et collaborer ainsi avec le chirurgien pour en débarrasser leur anatomie.

La localisation anatomique des projectiles

On peut localiser un projectile soit par rapport à des organes du corps humain,

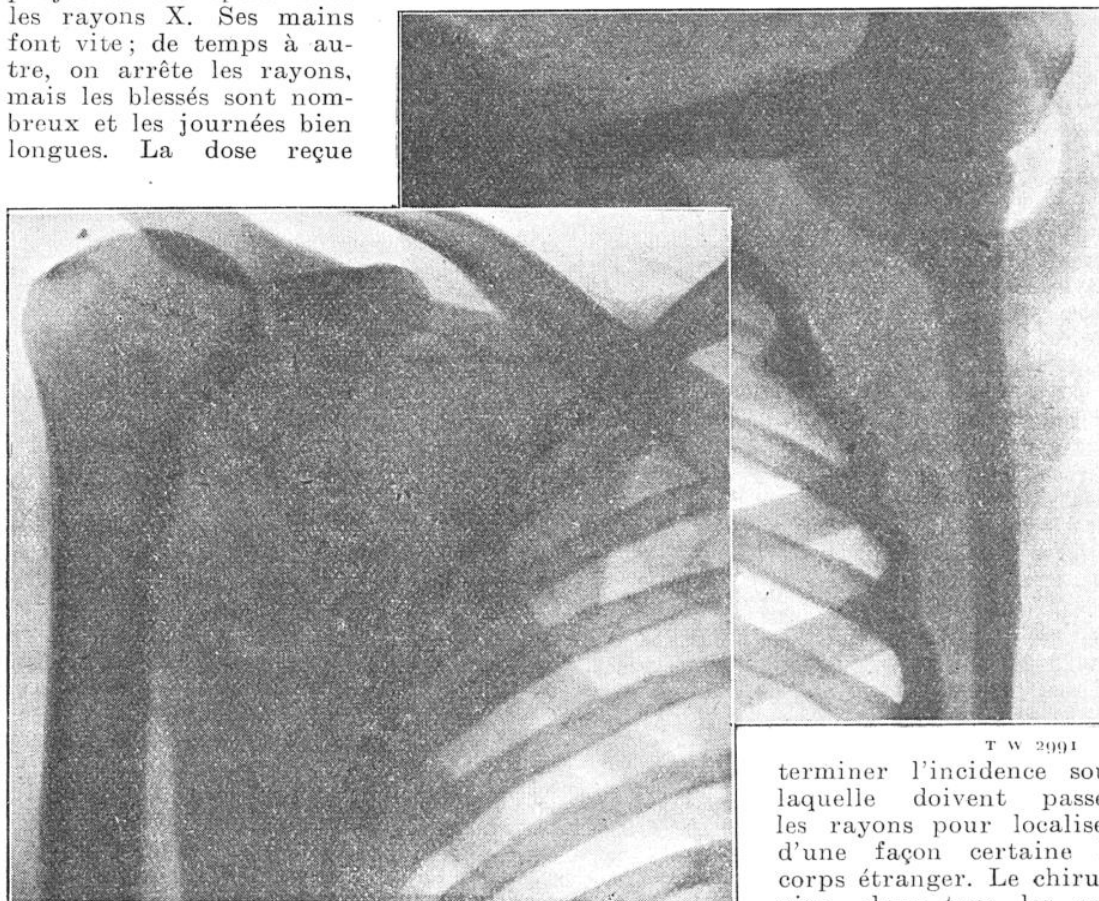
et c'est la localisation anatomique, soit par rapport à des repères conventionnels imprimés sur la peau, sur une épure et même sur un modèle en cire ou en plâtre, et c'est la localisation géométrique.

Avant d'employer les grands moyens — en l'occurrence le repérage au moyen des méthodes décrites plus loin — le chirurgien, suivant le temps dont il dispose, essaie de localiser le corps étranger par l'étude de sa mobilité selon les changements d'attitude du patient, suivant les mouvements physiologiques de ses organes, etc...

Dans les hôpitaux de l'avant, les blessés arrivent nombreux et s'entassent dans les salles d'attente. Il faut aller vite. L'espèce la plus héroïque des chirurgiens, de ceux qui ne pensent ni à leur santé ni à leurs efforts, est celle qui opère inlassablement pendant des heures, sans arrêt, des dizaines de blessés, parfois sous les bombardements. Ceux-là ont très peu de temps à perdre, et ils opèrent courageusement sous la bonnette. Celle-ci est constituée par une boîte conique s'appliquant sur le front du chirurgien. L'autre extrémité de la boîte est recouverte par un écran fluorescent et un verre transparent à la lumière de fluorescence, mais arrêtant partiellement les rayons X. C'est

un verre contenant du plomb et qui protège tant bien que mal les yeux et le visage de l'opérateur. Sous la table chirurgicale, l'ampoule à rayons X crache ses rayons, et le chirurgien penché sur son blessé, la bonnette verticale, voit le projectile et opère sous les rayons X. Ses mains font vite; de temps à autre, on arrête les rayons, mais les blessés sont nombreux et les journées bien longues. La dose reçue

ces deux images donnent en général, avec une précision suffisante, l'emplacement du projectile par rapport aux organes. Dans certains cas, le renseignement est difficile à obtenir (fig. 1, 2 et 3); l'habileté du radiologue intervient pour dé-



T W 2992

FIG. 1 ET 2. — LE REPERAGE AUTOMATIQUE D'UN PROJECTILE A L'AIDE DE DEUX RADIOGRAPHIES PRISES SENSIBLEMENT A ANGLE DROIT. Ces radiographies montrent toutes les deux que le projectile (un éclat de bombe) se trouve à l'extérieur de la cage thoracique, puisqu'il se projette à l'extérieur du « gril costal ». Elles établissent qu'il n'a causé aucune lésion osseuse. Le profil, pris sous une incidence convenable, permet de voir que l'éclat se trouve entre l'omoplate et le thorax. Au contraire, avec une incidence légèrement décalée (fig. 3), la radiographie n'indique plus les positions respectives de l'éclat et de l'omoplate.

par les mains augmente tous les jours, on continue quand même, et un jour ces mains, puis les bras, devront être coupés et le chirurgien mourra victime de son devoir.

Un procédé de diagnostic presque aussi rapide consiste à faire deux radiographies à angle droit de la partie blessée;

terminer l'incidence sous laquelle doivent passer les rayons pour localiser d'une façon certaine le corps étranger. Le chirurgien, dans tous les cas, empruntera, pour pratiquer l'extraction, le chemin qu'a déjà parcouru le projectile à travers les chairs, nettoyant au passage les tissus lésés.

Il suffit bien souvent de connaître l'emplacement approximatif du projectile; mais il est clair que,

dans le crâne ou près du cœur, par exemple, la localisation doit être faite avec la plus grande précision possible.

Il arrive fréquemment aussi que le blessé souffre de plus d'une blessure à la fois et que l'on ne puisse lui demander aucun déplacement sur son brancard. C'est alors l'ampoule à rayons X que l'on

va déplacer pour obtenir une seconde image, et on emploiera alors une méthode géométrique de repérage pour tirer parti de ces deux images décalées fournies sur le même écran.

Le repérage géométrique des projectiles

En général, on demande au radiologue de donner en deux minutes au chirurgien un repère sur la peau avec l'indication de la profondeur où se trouve le corps étranger. Parfois le repérage est exécuté par rapport à une série de marques tracées sur la peau.

C'est le cas de la méthode des deux axes de Debierne dans laquelle le faisceau de rayons X sert à aligner des repères marqués sur la peau avec le point occupé par le projectile. L'opération est effectuée pour deux positions perpendiculaires du blessé (fig. 4). Le projectile est donc localisé à l'intersection de deux axes BB' et RR'. Ce procédé rappelle un peu la localisation par les deux radiographies à angle droit, avec cette différence que le résultat est consigné sur le corps du blessé et non plus sur une plaque photographique. Il présente le même inconvénient d'obliger le blessé à se déplacer. Aussi, dans la plupart des autres procédés que nous allons passer en revue, cet inconvénient est-il évité.

Ils ont d'ailleurs entre eux une très grande parenté : ils dérivent tous de la méthode de Haret.

La méthode de Haret par déplacement de l'ampoule

L'écran fluorescent étant placé horizontalement au-dessus du membre blessé, on fait

deux radioscopies, l'une en « lumière X » perpendiculaire à l'écran, l'autre en lumière légèrement inclinée, en déplaçant la lampe d'une petite longueur et dans un plan horizontal (fig. 5). Des considérations très simples de triangles semblables donnent une relation entre d , la distance D de la lampe à l'écran, le déplacement s de l'image du projectile sur l'écran et sa distance x à l'écran. Pour éviter le calcul, on a construit une planchette - abaque qui se charge de l'opération.

A partir de ce principe, on a imaginé un certain nombre de variantes.

Méthode de l'écran persé de Hirtz

La difficulté de mesurer avec précision les distances D et d dans la méthode de Haret a été la cause de la mise au point de la méthode de Hirtz (fig. 6). Voici en quelques mots l'essentiel de cette technique.

Imaginez un écran fluorescent percé en son centre d'un trou de 3 mm de diamètre. Par ce trou passe un fil dont l'un des bouts s'enroule

sur un petit treuil et dont l'autre extrémité supporte une bille de plomb. Lorsque l'écran, qui est mobile autour de l'axe K, est placé horizontalement et la bille de plomb suspendue en dessous, on peut facilement vérifier que le faisceau central est bien normal à l'écran en observant la coïncidence de l'image donnée par la bille avec le trou percé dans l'écran.

Lorsque cette condition est satisfaite, on pose la bille de côté et on fait coïncider l'ombre du projectile avec le trou de l'écran, le diaphragme de l'ampoule étant presque fermé. On marque sur la peau du blessé le point de sortie du faisceau. On déplace ensuite l'ampoule de



T W 2993

FIG. 3. — UNE RADIOGRAPHIE PRISE SOUS UNE MAUVAISE INCIDENCE

L'éclat de bombe de la figure 1 a été photographié sous une incidence telle que son image est recouverte par celle de l'omoplate. Il est impossible de dire s'il se trouve devant ou derrière cette omoplate.

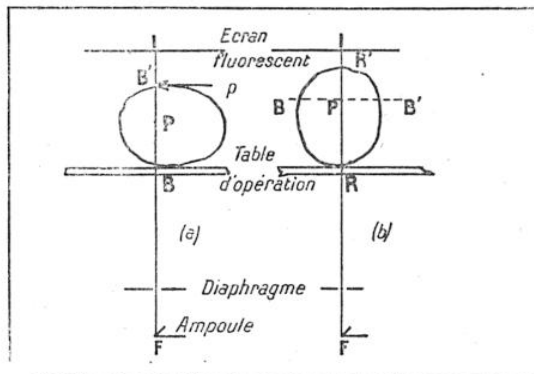


FIG. 4. — REPERAGE D'UN PROJECTILE PAR LA METHODE DES DEUX AXES DE DEBIERNE

Le système ampoule-diaphragme est réglé de telle sorte que le faisceau de rayons X soit vertical, ce qui est réalisé quand la tache lumineuse I qu'il donne sur l'écran ne bouge pas lorsque l'on imprime à l'écran une translation verticale. On déplace l'ampoule dans le plan horizontal jusqu'à ce que l'ombre du projectile P coïncide avec I . Un index p opaque aux rayons X est promené sur la peau du blessé. Quand son ombre vient coïncider avec I , il est aligné sur le faisceau passant par P , il marque donc l'entrée B ou la sortie B' de ce faisceau. On a donc matérialisé un axe sur lequel se trouve P . En tournant le malade de 90° , on matérialise un deuxième axe RR' .

quelques centimètres latéralement (en F_2) et on ouvre son diaphragme. On fait coulisser une armature portant un fil métallique jusqu'à ce que ce dernier vienne coïncider avec l'ombre de P ou plutôt en son milieu.

On ne touche rien au dispositif expérimental et on enlève le blessé sur son brancard. On redonne les rayons X et on fait glisser la bille de plomb suspendue sous le trou de l'écran jusqu'à ce que son ombre vienne coïncider avec le fil métallique. La position occupée alors par la bille dans l'espace est celle où se trouvait le projectile. Pour connaître la distance x de la bille à l'écran, il suffit de relever l'écran verticalement: la bille de plomb vient s'appliquer sur la graduation où on lit directement cette distance.

Les simplifications pratiques de la méthode de Haret

La méthode de Haret, que nous avons vue plus haut,

exige de nombreuses mesures: mesure de la distance de l'ampoule à l'écran, mesure du déplacement de l'ampoule, mesure du déplacement de l'image du projectile, pour qu'enfin une construction géométrique donne la profondeur du projectile. Il est possible de réduire toutes ces opérations. Jetons, en effet, les yeux sur le schéma de la figure 7. Nous y trouvons le principe de la méthode de Haret, mais nous voyons aussi que si, après avoir décalé la lampe et obtenu l'image décalée du projectile, nous relevons l'écran jusqu'à ce que l'image du projectile vienne à la position P_3 , telle que P_1P_2 , soit double de P_1P_2 , nous aurons alors élevé l'écran de la distance x précisément qui le séparait primitivement du projectile. Il suffit alors de mesurer sur le support de l'écran le déplacement effectué. C'est la méthode de Mazères.

Une autre simplification de la méthode générale consiste à se placer dans des conditions fixes, c'est-à-dire à choisir pour l'angle en P , angle que font les deux faisceaux issus des lampes F_1 et F_2 , une seule et même valeur dans toutes les circonstances. Cet angle est d'ailleurs choisi de telle manière qu'on puisse déduire directement, par un calcul simple, la distance inconnue P_1P du projectile à

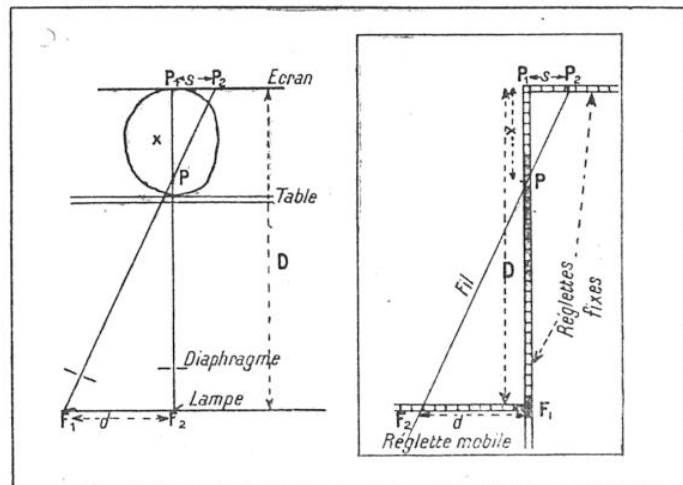


FIG. 5. — REPERAGE D'UN PROJECTILE PAR LA METHODE DE HARET

La lampe donnant d'abord un faisceau vertical, on marque la projection P_1 de P sur l'écran. On imprime à la lampe un déplacement d accompagné d'une rotation convenable. Le projectile se projette alors en P_2 à la distance s de P_1 . La considération des deux triangles P_1P_2P et F_1F_2P semblables permet de calculer la distance x du projectile à l'écran. Cette distance x peut être lue en P sur une planche de calcul qui reproduit la figure $P_1P_2P_1F_2$ à l'aide de règles coulissantes et d'un fil.

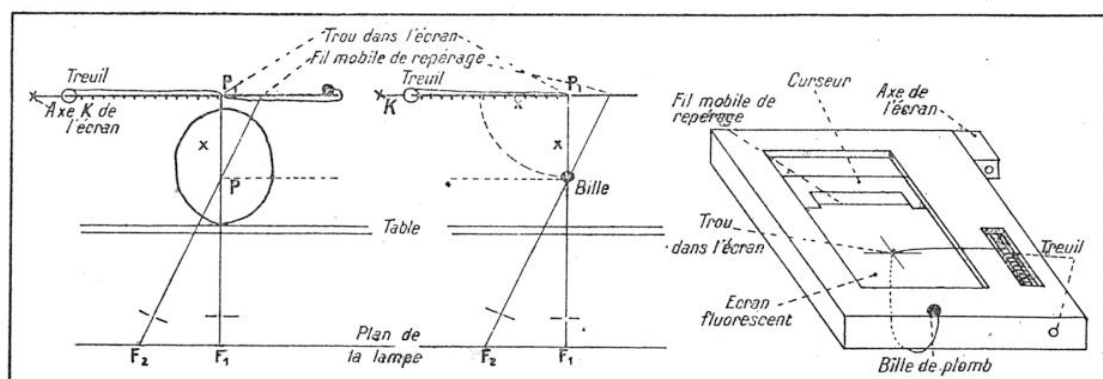


FIG. 6. — LA MÉTHODE DE L'ÉCRAN PERCÉ DE HIRTZ

Dans cette méthode très simple, variante de la méthode de Haret (fig. 5), la distance x est mesurée par la longueur du fil auquel est suspendue une bille que l'on fait coïncider avec le point occupé précédemment par le projectile. La distance est lue sur une graduation portée par l'appareil. On voit, à droite, une représentation schématisée de l'écran percé avec son curseur et sa bille de plomb.

l'écran, de l'écartement des deux images P_1P_2 . Dans la pratique, on adopte $26^\circ 33'$, angle dont la tangente est 0,5. C'est le procédé de Patte (fig. 8).

Voici comment on opérera : On repère avec le rayon central et normal la direction du projectile, que l'on marque sur la peau et sur l'écran. On tourne ensuite l'ampoule de $26^\circ 33'$ jusqu'à ce qu'un cran d'arrêt *ad hoc* arrête sa rotation. Tout en maintenant le diaphragme presque fermé, on déplace l'ampoule latéralement de F_1 en F_2 et on note la position P_2 où réapparaît l'ombre du projectile. La distance P_1P_2 correspond dans ces conditions à la moitié de la profondeur du projectile par rapport à l'écran.

Une autre méthode, également très employée dans la pratique et mise au point par Strohl, est illustrée dans son principe par la figure 9. On voit qu'elle consiste en somme à utiliser deux images P_1 et P_2 du projectile sur l'écran, obtenues avec des rayons faisant entre eux un angle constant. Cet angle est calculé de manière que la base P_1P_2 du triangle PP_1P_2 soit la moitié ou le quart de la hau-

teur de ce triangle. Il suffira de mesurer cette base pour connaître, par simple multiplication par 2 ou par 4, la distance x cherchée.

En pratique, cet angle constant des rayons est réalisé au niveau de la cupule de l'ampoule et en arrière du diaphragme par un cadre, sur lequel sont tendus deux fils métalliques A et B, dont les ombres se projettent en deux points de l'écran.

Après avoir obtenu un faisceau normal qui donne un repère sur la peau, on mesurera la distance x du projectile à l'écran en déplaçant la lampe et les fils de telle sorte que l'ombre de chacun de ces fils vienne coïncider successivement avec l'ombre portée par le projectile. On mesure alors le déplacement de l'ombre du projectile qui est la moitié ou le quart de la profondeur cherchée du projectile. Ces trois méthodes, qui réduisent les manœuvres à un ou deux déplacements et une mesure de longueur, sont les plus pratiques et les plus employées en campagne.

Dans les hôpitaux fixes, qui peuvent s'équiper d'un matériel plus encombrant, on a pu mettre au point

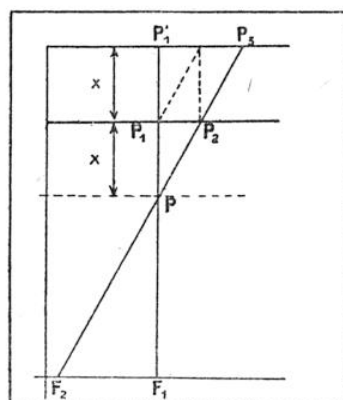


FIG. 7. — PRINCIPE DE LA MÉTHODE DE MAZÈRES

Après avoir obtenu deux images, l'une P_1 perpendiculaire, l'autre P_2 décalée, on élève l'écran pour que la nouvelle image du projectile vienne en un point P_3 , tel que P_1P_3 soit double de P_1P_2 . P_1 est alors au milieu de PP_3 et pour connaître x , il suffit de mesurer P_1P_3 , c'est-à-dire le déplacement vertical de l'écran.

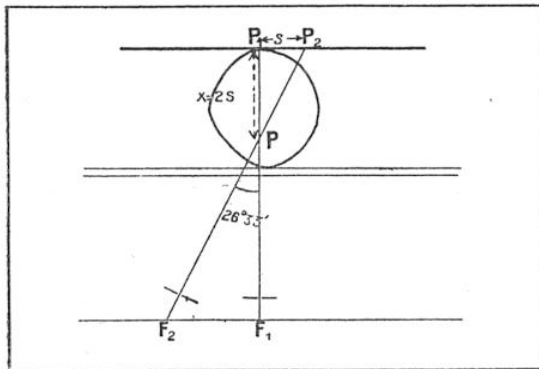


FIG. 8. — UNE DES VARIANTES LES PLUS EMPLOYÉES DE LA MÉTHODE DE HARET : LA MÉTHODE DE PATTE
Le support du système ampoule-diaphragme peut être automatiquement incliné sur la verticale d'un angle de $26^{\circ} 33'$. Dans ces conditions, la distance x est le double de P_1P_2 et on la mesurera directement sur l'écran convenablement gradué.

d'autres procédés de localisation qui demandent un outillage plus compliqué.

La méthode des deux ampoules

Dans ce procédé (fig. 10), on enferme dans la même cupule deux ampoules écartées par exemple de 20 cm, les antica-

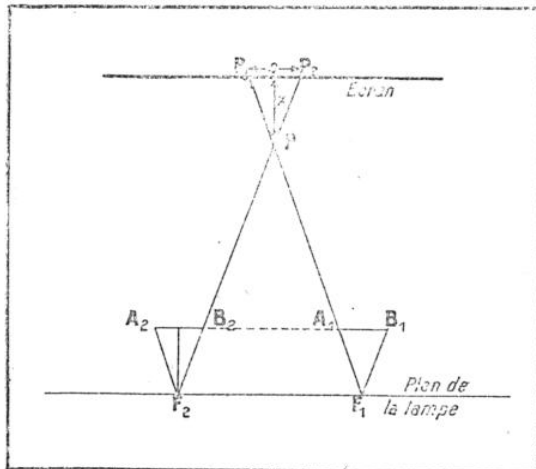


FIG. 9. — LA MÉTHODE DE STROHL

Deux fils A, B sont placés au-dessus de la lampe de telle sorte que le rapport de la base A_1B_1 à la hauteur du triangle $A_1B_1F_1$ soit égal à $1/2$ ou $1/4$. Par une translation de la lampe et des fils, on amène les ombres des deux fils à coïncider successivement avec les ombres P_1 et P_2 du projectile. On mesurera la distance P_1P_2 qui, multipliée par 2 ou par 4, donnera x . Une radioscopie en lumière verticale a auparavant permis de marquer un repère sur la peau du blessé.

thodes A et B étant inclinées de telle sorte que les deux faisceaux se coupent à une distance D. L'écran sera fixé de telle sorte qu'il puisse suivre les déplacements horizontaux du système des deux lampes. Le malade étant étendu sur la table, on amènera par translation des lampes le point P à coïncider avec l'intersection des deux faisceaux de rayons X; il donne alors sur l'écran deux images a et b . Si nous déplaçons verticalement l'écran jusqu'à ce que la distance ab soit égale à

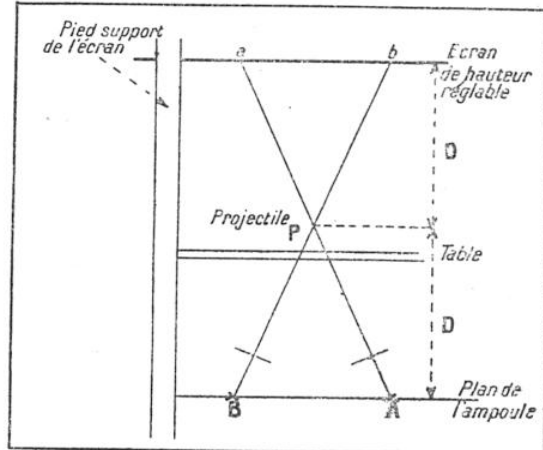


FIG. 10. — LA MÉTHODE DES DEUX AMPOULES

Les deux lampes A et B sont fixes l'une par rapport à l'autre et donnent des faisceaux décalés d'un certain angle. On place A et B dans un même plan horizontal et P à l'intersection des deux faisceaux de rayons X et on déplace l'écran verticalement jusqu'à ce que ab (distance des ombres portées) soit égale à AB . Le point P se trouve alors à égale distance de l'écran et du plan des lampes.

A B, on voit que le projectile sera à égale distance des lampes et de l'écran

La méthode stéréoscopique et la radiotomie

Le chirurgien, parfois, désire « voir » le projectile dans la chair et non sur une épure. La figure 11 montre comment il peut étudier à loisir une vue stéréoscopique du membre à opérer. On prend deux radiographies avec l'ampoule successivement dans les positions A et A'. Dans la position A, on a une image cd du membre avec l'ombre p du projectile P. Dans la position A', on a l'image $c'd'$ et l'ombre p' . Si on dispose dans un stéréoscope les deux radiographies de telle sorte qu'un œil voie la première image et l'autre la seconde, l'observateur aura l'illusion de voir l'objet P dans l'espace

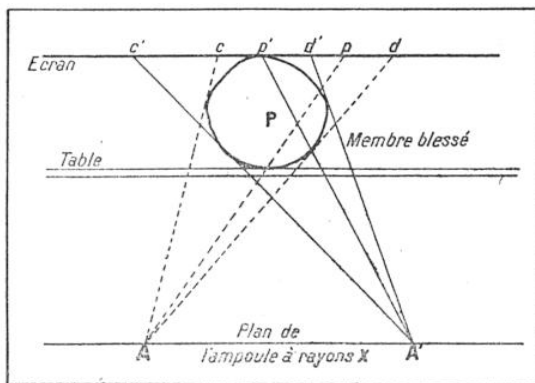


FIG. 11. — LA STÉRÉORADIOGRAPHIE PERMET AU CHIRURGIEN DE VOIR LE PROJECTILE « DANS L'ESPACE » A L'INTÉRIEUR DU MEMBRE BLESSÉ

Deux radiographies prises à l'aide de deux lampes *A* et *A'*, d'écartement convenable et examinées dans un stéréoscope, donnent une image en relief du projectile à l'intérieur du membre qui apparaît comme transparent.

comme si le membre du blessé était légèrement transparent.

Enfin, il convient de rappeler une méthode un peu particulière permettant de réaliser des radiographies « en coupes », à un niveau déterminé dans le corps du blessé. C'est la radiotomie dont Carol Mayer, dès 1914, avait prévu les avantages. On obtient de telles radiographies

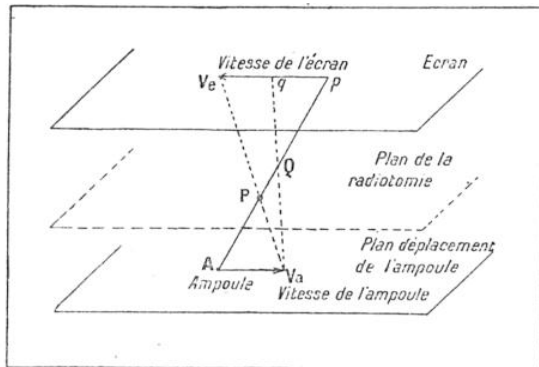


FIG. 12. — LE PRINCIPE DE LA RADIOTOMIE

L'ampoule et l'écran se déplacent, pendant la radiographie, dans des plans parallèles, en sens inverse et avec des vitesses constamment dans le même rapport. Dans ces conditions, un point *Q* quelconque de l'espace donnera une image qui se déplacera dans le plan de l'écran avec une vitesse différente de celle de l'écran : cette image sera donc floue. Seuls donneront une image nette les points tels que *P* situés dans un plan particulier (tel que ses distances au plan de l'ampoule et à l'écran soient dans le même rapport que leurs vitesses respectives). La radiographie montrera une coupe du sujet par le plan en question.

en déplaçant simultanément l'ampoule à rayons *X* et le film, les deux déplacements étant effectués dans des plans parallèles, mais dans des directions opposées à chaque instant, les vitesses respectives demeurant dans un rapport constant. La

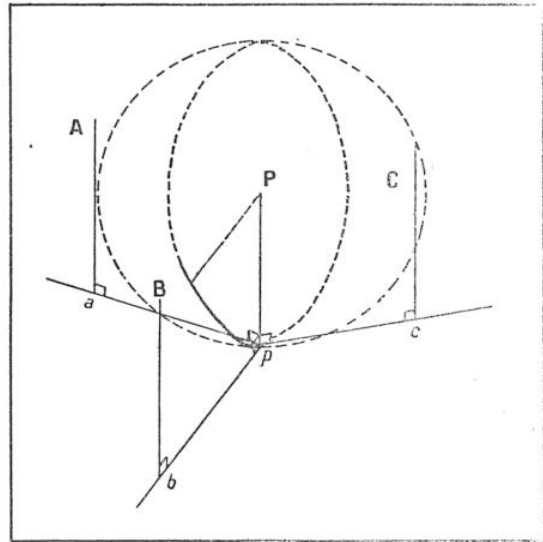


FIG. 13. — LE COMPAS DE HIRTZ DONNE A CHAQUE INSTANT A L'OPÉRATEUR LA DIRECTION ET LA PROFONDEUR DU PROJECTILE

On prend sur le corps du blessé trois repères convenables *A*, *B*, *C* marqués sur la peau. On applique sur ces points des boules opaques portées par des tiges verticales : *aA*, *bB*, *cC*. Le film photographique étant placé sur la table, on fait sur ce film deux radiographies successives en déplaçant l'ampoule parallèlement au film. Une épure très simple donne la projection *p* de *P* sur la table et la longueur *pP*. Il reste à réaliser un dispositif composé d'éléments articulés et d'éléments coulissants, capable de matérialiser dans l'espace la position du projectile. Une tige matérialisera *pP*. Elle servira d'axe de rotation à trois tiges *pa*, *pb*, *pc* sur lesquelles coulissent d'autres tiges de longueurs réglables *aA*, *bB*, *cC*. Les extrémités de ces tiges coïncideront avec les points marqués sur la peau du blessé. La tige centrale sera alors dirigée vers le projectile, mais elle n'est pas forcément dans le voisinage de la cavité par laquelle se fera l'extraction. Pour pouvoir repérer le projectile à partir de n'importe quelle direction de l'espace, on matérialise la sphère passant par *p* et dont *P* est le centre, au moyen d'un grand cercle de cette sphère, pouvant tourner autour de *pP*. Les rayons de la sphère seront alors figurés par une tige coulissante perpendiculaire à ce grand cercle. Dans la pratique, comme le cercle est une pièce rigide de rayon constant, on doit choisir le plan *a b c* de telle sorte que *pP* soit égal à ce rayon, ce qui s'obtient en ajoutant aux tiges *aA*, *bB*, *cC* une longueur convenable. Toutes les fois que le chirurgien voudra être guidé, il posera le compas dans la position voulue sur le corps du malade.

figure 12 montre que, dans ces conditions, seuls apparaissent nets sur le cliché les détails anatomiques situés dans un plan intermédiaire bien déterminé. Dans certaines variantes de la méthode, le blessé participe également au mouvement, mais le principe de l'opération demeure le même.

Le compas de Hirtz pour le guidage du chirurgien pendant l'extraction du projectile

La localisation étant effectuée, le chirurgien désire, dans certains cas, être guidé au cours de son opération. Ce guidage s'exécute au moyen d'un compas qui est appliqué sur certains points de la peau toutes les fois que le chirurgien veut être renseigné sur la position exacte du corps étranger. Un repérage préalable approximatif est nécessaire avant d'avoir recours au compas.

Avec le compas de Hirtz, par exemple, on prend deux films dans des conditions bien déterminées après avoir encadré le projectile par des repères métalliques qui donnent aussi leur image sur chacune des radiographies prises avec des positions différentes de l'ampoule. On en déduit une épure et on procède ensuite au montage du compas (fig. 13).

Le principe de tous les compas est de faire qu'un projectile devienne le centre d'une sphère figurée par un arc de cer-

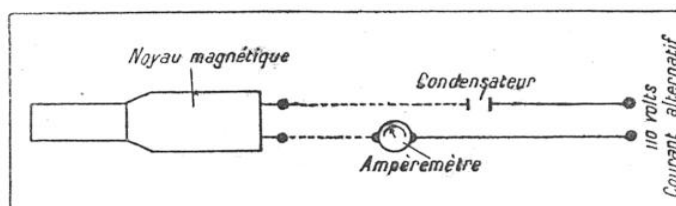


FIG. 15. — L'ÉLECTRO-VIBREUR DE BERGONIÉ

Un petit électroaimant, aimanté alternativement dans un sens, puis dans l'autre, est introduit dans la blessure. Le projectile, toujours plus ou moins magnétique, exerce sur l'électroaimant une force variable qui est perçue par le chirurgien quand l'électroaimant est au voisinage du corps étranger.

cle métallique. Une tige constitue le rayon de cette sphère; elle est mobile à la fois le long de l'arc de cercle et parallèlement à elle-même, de telle sorte qu'elle vise toujours le centre de la sphère et l'atteint lorsqu'elle est poussée à fond.

L'inconvénient de cette méthode, comme de celles qui exigent un déplacement du sujet, réside dans le fait qu'il faut replacer le blessé rigoureusement dans la même position qu'il occupait dans l'examen antérieur. Si on ajoute à cette difficulté celle d'un déplacement possible du projectile entre les deux ou plusieurs séances, on n'aura encore qu'une faible idée de la méfiance qu'inspirent ces techniques à un grand nombre de chirurgiens. Il ne faut pas oublier, en effet, que les mesures de distances d'ombres sur un écran ou de positions entre divers plans dans l'espace ne peuvent pas être faites, comme en physique, au cathétomètre. Il s'ensuit un manque de précision qui rend souvent la collaboration entre physicien ou radiologiste d'une part et chirurgien de l'autre assez délicate.

Les méthodes électriques et électromagnétiques de repérage et de guidage

Un certain nombre de méthodes électriques et électromagnétiques ont été mises au point par divers praticiens pour le repérage des projectiles.

Une des plus simples est l'explorateur électrique de Trouvé, composé d'une pile dont le courant circule dans deux tiges et d'une sonnerie en série. Le contact est établi sitôt que les deux tiges touchent le projectile (fig. 14).

La sonde téléphonique de Bell est constituée par un écouteur téléphonique relié à deux fils dont l'un est fixé à une cuillère d'argent qu'on place dans la bouche et l'autre à une tige métallique qui fait

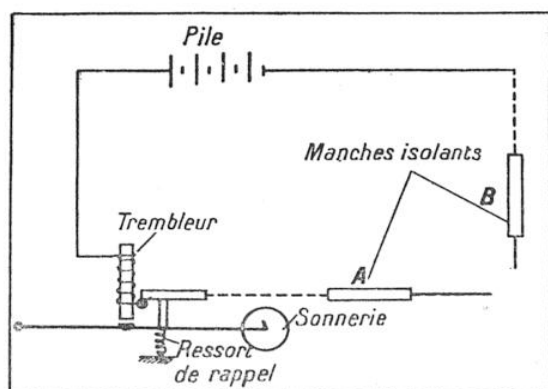
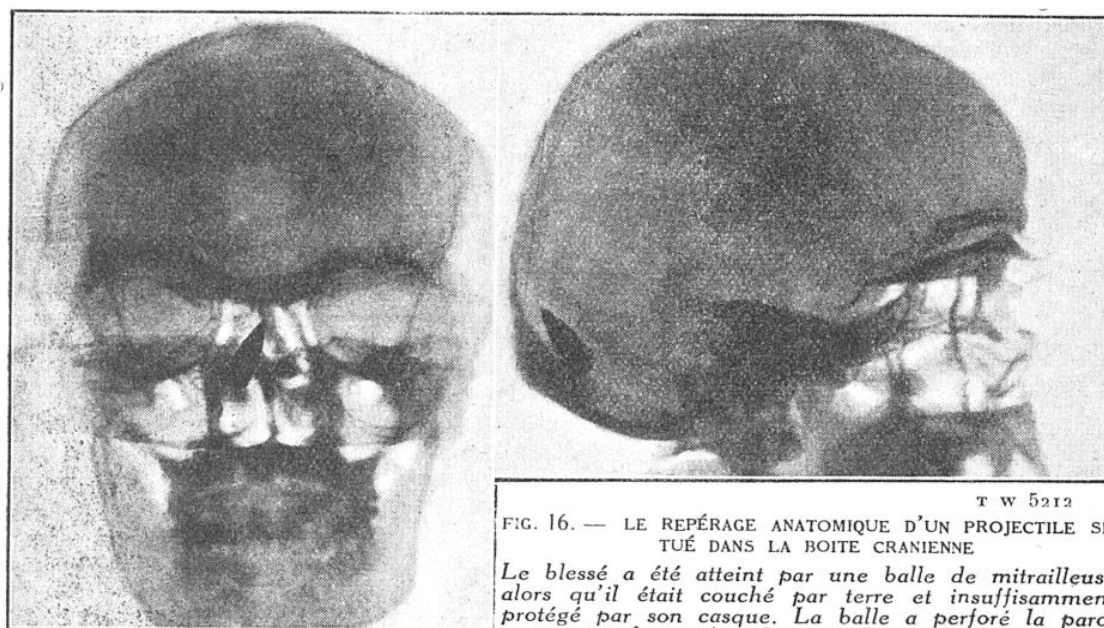


FIG. 14. — L'EXPLORATEUR ÉLECTRIQUE DE TROUVÉ
Le contact des deux sondes A et B, avec un projectile métallique ferme le circuit de la sonnerie à trembleur. Celle-ci se met à fonctionner pendant tout le temps que le contact reste établi.



T W 5212
FIG. 16. — LE REPÉRAGE ANATOMIQUE D'UN PROJECTILE SITUÉ DANS LA BOÎTE CRANIENNE

Le blessé a été atteint par une balle de mitrailleuse alors qu'il était couché par terre et insuffisamment protégé par son casque. La balle a perforé la paroi occipitale et s'est logée à l'arrière du crâne.

vibrer le téléphone quand elle arrive au contact du projectile.

L'électro-vibreur de Bergonié fonctionne sur courant alternatif. Le noyau central du vibreur est promené sur la région incriminée et la main de l'observateur sent toute vibration imprimée au projectile s'il est magnétique. Quelques métaux non magnétiques comme le plomb, le laiton ou le cuivre vibrent légèrement (à cause des impuretés de fer qu'ils contiennent), s'ils sont volumineux (fig. 15).

Pendant l'intervention chirurgicale, il faut utiliser une instrumentation non magnétique.

L'appareil de La Baume Pluvinel est constitué par des piles sèches qui actionnent, à l'aide d'un trembleur, une bobine de self. A l'aide d'un appareil compensateur, on annule les vibrations de la bobine. On suit cette compensation au

casque téléphonique. On se sert ensuite d'une petite bobine additionnelle qui fait partie du circuit et qui est contenue dans un doigtier. Le chirurgien place ce doigtier sous son gant au bout de l'index ou du médus. Lorsque le doigtier se trouve à un ou deux centimètres du projectile, la compensation est rompue et le téléphone vibre.

Une variante de cet appareil fait intervenir un circuit de fréquence directement audible et dont l'accord se trouve rompu d'une façon identique à celle décrite plus haut.

Enfin, il faut signaler l'emploi de l'électroaimant alimenté par du courant continu pour extraire les projectiles magnétiques. Cet appareil est très employé dans la pratique oculaire.

Maurice-E. NAHMIA.

Le programme d'armement aérien américain comprend, à côté des avions et hydravions des divers types, une véritable flotte aérienne de 48 dirigeables non rigides dont les six premiers, d'une valeur de plus de un million de dollars, ont été commandés à la Goodyear Aircraft Corporation d'Akron. Ils sont destinés à remplir des missions d'éclairage et d'instruction au large des bases navales de l'Atlantique. L'Amérique n'a pas perdu entièrement confiance en les plus légers que l'air, malgré les catastrophes de ces dernières années.

L'ACÉTYLÈNE, AME DES SYNTHÈSES ORGANIQUES ET LA TRACTION A L'« ESSENCE DE SAVOIE »

par Louis HOULLEVIGUE
Professeur à la Faculté des Sciences
de Marseille

Les multiples synthèses et les longues chaînes de réactions par lesquelles il est aujourd'hui possible de préparer les corps les plus complexes parmi les centaines de milliers de composés du carbone que connaît la chimie organique ne sont susceptibles d'applications industrielles que lorsque la nature ne nous livre pas les produits cherchés à moindres frais. Ce n'était pas le cas avant la guerre pour les carburants d'automobile; à l'heure actuelle, le blocus rendrait rémunératrice la synthèse de ces carburants. Malheureusement, une usine d'essence synthétique demande une installation compliquée et qui peut difficilement être réalisée dans les circonstances actuelles. Par contre, nous sommes outillés pour produire, en quantité appréciable, un gaz dont la molécule est un important réservoir d'énergie : l'acétylène, et qui est le point de départ d'une série de synthèses du plus haut intérêt pour de multiples industries. Un mélange liquide de dérivés de l'acétylène (acétone, aldéhydes, etc...) est actuellement fabriqué par certaines usines des Alpes sous le nom d'« essence de Savoie » et permet à un certain nombre de véhicules de circuler, malgré la pénurie des carburants classiques, apportant ainsi une contribution régionale non négligeable au problème des transports routiers.

La synthèse et la vie

PENDANT la seconde moitié du XIX^e siècle, les grands noms de Pasteur et de Berthelot ont illuminé la science. Ces deux illustres savants ont abordé l'un et l'autre, mais dans des dispositions d'esprit bien différentes, le redoutable problème de la vie; leur haute probité scientifique, jointe à une habileté expérimentale incomparable, les ont défendus l'un et l'autre contre les entraînements et les erreurs dus à l'esprit de système; dans son ensemble, et à part quelques mises au point, leur œuvre a résisté au temps.

La chimie organique, telle qu'elle était sortie des mains de Dumas, de Liebig et de leurs collaborateurs, avait pour tâche essentielle d'extraire des êtres vivants des espèces chimiques définies, cristallisables si possible, à en faire l'analyse et à déterminer leur formule brute; alors, Gerhardt ne craignait pas d'écrire, en tête de son traité de chimie organique :

« Le chimiste fait l'opposé de la nature vivante : il brûle, détruit, opère par analyse, tandis que la force vitale opère par synthèse, qu'elle reconstruit l'édifice abattu par les forces physiques. »

C'est contre ces théories vitalistes que Berthelot a conduit une lutte opiniâtre; pour montrer que la nature n'avait pas le privilège de réaliser des synthèses organiques, il en a lui-même effectué d'innombrables, dont les plus notables sont celles de l'alcool éthylique (1855) et de l'acétylène (1862). Mais, en même temps, il marquait nettement lui-même que ces réussites du laboratoire n'avaient nullement pour but la synthèse de la vie : « Il serait, disait-il; aussi difficile de faire une cellule vivante que de fabriquer l'animal entier, car chaque cellule contient en germe toutes les parties et la vie de l'animal. »

La lutte fut longue et passionnée, comme il arrive chaque fois que des idéologies s'affrontent; les vitalistes rétorquèrent que les produits de synthèse pré-

parés par Berthelot, aussi bien que l'urée obtenue dès 1828 par Wöhler, étaient non de véritables produits vitaux, mais des déchets de la vie. Depuis lors, heureusement, le problème a perdu son caractère philosophique; les chimistes ne parlent plus de forces vitales, mais ils savent que la nature vivante emploie, pour effectuer ses synthèses, des moyens que le laboratoire est, *actuellement*, impuissant à reproduire : la formation du glucosèdre (sucres, cellulose, amidon, etc.) par cession du gaz carbonique et de la vapeur d'eau atmosphériques, sous les actions jumelées des chlorophylles et de la radiation solaire, représente le type de ces constructions moléculaires, si enchevêtrées parfois qu'elles contiennent des centaines et des milliers d'atomes. Le métabolisme vital, pour parler comme les biologistes, comporte donc une double série de transformations, les unes synthétiques élaborant les produits vitaux, les autres analytiques utilisant une partie de cette énergie vitale pour entretenir la vie cellulaire.

Dans ces conditions, le rôle que s'est fixé la synthèse organique, sur le plan scientifique, est double : elle permet, d'abord, de substituer aux formules brutes des formules développées; ainsi, lorsqu'on représente la formule de la chlorophylle alpha, non par la formule brute $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$, mais par le schéma :



on laisse prévoir les réactions possibles de cette molécule. C'est en réalisant ces synthèses, totales ou partielles, que les chimistes ont pu, comme l'enfant réussit un jeu de puzzle, mais avec plus de difficulté, déterminer les groupements associés et leur mode de liaison; telle de ces formules est tellement compliquée qu'elle remplirait aisément une page entière de cette revue.

Mais la chimie intervient d'une seconde manière, en prenant pour points de départ les produits naturels, et en les traitant de façon à en faire sortir des corps nouveaux; du coup, le domaine de la chimie organique s'est trouvé plus que centuplé; à vrai dire, il a été agrandi au delà de toute limite, car, partant d'un produit naturel dont on connaît la formule développée, on peut, presque à coup sûr, lui faire subir d'innombrables transformations, comme un joaillier peut mo-

difier un bijou par addition ou suppression de gemmes isolées, ou même de pendatifs plus compliqués.

Cette plasticité de la molécule organique a eu des conséquences qui dépassent le plan de la science pure : nombre de corps, obtenus ainsi par synthèse, présentent en effet des propriétés utiles; je ne puis que citer en passant les colorants, les parfums, les produits pharmaceutiques et photographiques; la réalisation et la vente de tous ces corps où, suivant l'expression d'Ostwald, un millième de matière est additionné avec 999 millièmes d'intelligence, ont valu à l'Allemagne une primauté et des bénéfices incalculables; c'est pour avoir compris avant les autres cet aspect économique de la synthèse organique que les chimistes d'outre-Rhin se sont acquis une incontestable maîtrise.

Aujourd'hui, sous la pression de conditions économiques artificielles, la synthèse chimique parvient même à se substituer à l'agriculture, ou à la compléter, pour la production de certains produits de base, comme les alcools, les aldéhydes, les acides; mais ses prodigieux développements ne lui ont pas encore permis d'atteindre le but que lui assignait Berthelot; il est vrai qu'il en reportait la date à l'an 2000; il s'agissait de déposer complètement l'agriculture de la préparation des produits alimentaires : « Un jour viendra où chacun emportera pour se nourrir sa petite tablette azotée, sa petite motte de matière grasse, son paquet de fécule ou de sucre, son petit flacon d'épices aromatiques accommodées à son goût personnel, tout cela fabriqué économiquement et en quantités inépuisables par nos usines, tout cela indépendant des saisons irrégulières, de la pluie ou de la sécheresse, de la chaleur qui dessèche les plantes ou de la gelée qui détruit l'espoir de la fructification. Ce jour-là, la chimie aura accompli dans le monde une révolution radicale dont nul ne peut mesurer la portée. »

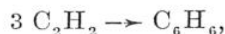
Ce rêve généreux ne s'est pas encore réalisé; il semble même que les choses aient tourné autrement que ne le prévoyait Berthelot : au lieu de se substituer à l'agriculture, la chimie s'arrange pour travailler « en compte à demi » avec elle; il est plus économique et plus simple de laisser aux végétaux le soin d'élaborer les produits de base, que le laboratoire soumet ensuite aux transformations

utiles; c'est ainsi, par exemple, que la cellulose du bois a pu être transformée en glucose alimentaire; mais la préparation des matières grasses est bien moins avancée, et celles qu'on extrait de la houille ne peuvent être utilisées que pour la fabrication des savons et des lubrifiants. Quant aux produits azotés, on en est resté aux expériences de laboratoire.

Les synthèses de base

A l'origine, on doit logiquement placer la combinaison directe de l'hydrogène et du carbone, réalisée en 1862 par Berthelot sous l'action de l'arc électrique (fig. 1); mais, si intéressante que soit cette expérience au point de vue de la science pure, on doit avouer que la production d'acétylène y est minime; elle ne saurait être décelée que grâce à la formation d'un réactif très sensible, l'acétylure de cuivre. L'action de l'eau sur le carbure de calcium (1), découverte par Moissan et Maquenne, a permis depuis lors de préparer le gaz sous forme industrielle, et cette réaction, aussi bien que la précédente, est une véritable synthèse, puisqu'en définitive elle fait intervenir des éléments purement minéraux (chaux, charbon, eau) pour préparer un gaz qui ouvre la porte de la chimie organique.

Berthelot avait bien vite compris que ce carbure d'hydrogène, explosif et non saturé, était avide d'aventures et qu'il allait lui frayer la voie des grandes synthèses; il suffit de le chauffer pour que trois molécules s'associent en une seule, suivant la réaction,



produisant ainsi la benzine, chef de file de tous les carbures à chaîne fermée, qu'on nomme, pour cette raison, cycliques. Quant aux carbures saturés, leur

(1) Le carbure de calcium résulte de la combinaison du carbone et de la chaux au four électrique, à la température d'environ 2500°.

synthèse n'est pas plus difficile: une addition d'hydrogène, favorisée à chaud par l'action de catalyseurs appropriés, dont le plus efficace est le nickel pulvérulent, donnera, par exemple, de l'éthane:



Et chacun de ces carbures n'est lui-même qu'un échelon à partir duquel on peut gravir toute l'échelle des carbures, qui forment eux-mêmes les points de départ des grandes familles organiques,

et des types chimiques qu'on nomme aldéhydes, acides, alcools, esters, etc. Ainsi, la synthèse se poursuivra au laboratoire avec une majestueuse ordonnance.

Bien entendu, tous ces produits de synthèse, nouveaux ou connus, ne sont pas également intéressants, ni utiles; beaucoup peuvent être obtenus par d'autres voies; on recourra, naturellement, aux plus économiques. Mais il est des cas où c'est

précisément la synthèse qui fournit cette voie la moins coûteuse; elle donne lieu, alors, à des exploitations industrielles, dont nous allons citer les plus intéressantes.

La première est la préparation de l'aldéhyde acétique, dont la formule est $\text{CH}_3 - \text{CHO}$, aux dépens de l'acétylène C_2H_2 . C'est donc une simple addition d'eau, une hydrolyse, qui s'accomplit à la température ordinaire, en milieu acide, accélérée par l'action catalysante de l'oxyde de mercure. Cette réaction, découverte par Berthelot, a fait l'objet de nombreux brevets, qui visent surtout à économiser le catalyseur.

Voici, dès lors, comment l'opération se poursuit: l'acétylène, fourni par des générateurs pouvant donner 500 mètres cubes à l'heure, est d'abord débarrassé soigneusement de ses principales impuretés (ammoniaque, phosphore d'hydrogène) par des laveurs et des épurateurs à base d'acide chromique et d'oxychlorure ferrique; il passe ensuite dans un convertisseur en ferrobilicine qui contient une

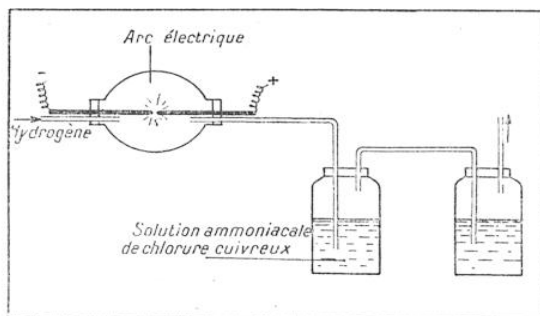


FIG. 1. — SCHÉMA DE PRINCIPE DE LA SYNTHÈSE D'ACÉTYLÈNE PAR L'« ŒUF ÉLECTRIQUE » DE BERTHELOT

Berthelot a, le premier, combiné directement le carbone et l'hydrogène en faisant jaillir un arc électrique entre deux charbons dans un courant d'hydrogène. L'acétylène formé manifeste sa présence par un précipité rouge d'acétylure cuivreux dans une solution ammoniacale de chlorure cuivreux.

solution à 6 % d'acide sulfurique et un kilogramme d'oxyde de mercure pour 500 kilogrammes de solution. C'est là que s'accomplit la synthèse.

Dans un convertisseur de 3 mètres cubes, et avec une consommation horaire d'oxyde de 7 kilogrammes, on obtient, toujours par heure, 700 kilogrammes d'aldéhyde acétique, qui se condense dans un réfrigérant, complété par des laveurs à l'eau; une distillation purifie le produit liquide, qui est conservé dans des bacs d'aluminium bien clos (à cause de sa volatilité), à moins, comme c'était avant la guerre le cas ordinaire, qu'on ne lui fasse subir immédiatement une nouvelle transformation, produisant de l'acide acétique, et même de l'alcool.

Pour transformer l'aldéhyde en acide, il suffit d'ajouter un atome d'oxygène à la molécule (1). Cette addition s'effectue très simplement par l'action de l'air, en présence de catalyseurs convenables. L'aldéhyde, additionné d'acétate de manganèse, à la dose de 5 pour mille, est traversé par un courant d'air; au début de l'opération, on admet un peu de vapeur d'eau, et la température monte progressivement jusqu'à 60 degrés; lorsqu'on opère sur 5 tonnes de matière, l'oxydation dure une douzaine d'heures et fournit de l'acide acétique à 90 %, dont le poids est sensiblement égal à celui de l'aldéhyde mis en œuvre; dans la pratique, pour obtenir 1 kilogramme d'acide, il faut dépenser 1 mètre cube d'acétylène, soit 3,3 kg de carbure de calcium. L'intérêt de cette opération, c'est que l'acide acétique est un produit de large consommation, dont les emplois sont nombreux, en dehors du vinaigre de bouche obtenu par la fermentation aérobie des boissons alcooliques. Cet acide acétique industriel provient, en majeure partie, de la distillation du bois, mais il arrive souvent que cette source se trouve insuffisante, et c'est alors la synthèse qui se charge de combler le déficit.

On pourrait encore pousser cette synthèse jusqu'à l'alcool éthylique; il existe, pour effectuer cette nouvelle transformation, plusieurs voies, qui ont été suivies sur le plan industriel; dans un pays comme le nôtre, la vigne et la betterave font à la production de l'alcool synthétique une rude concurrence, mais aux Etats-Unis, on a réussi à remplacer cet

alcool éthylique, dans nombre d'applications industrielles, par l'alcool isopropylique, préparé à partir des carbures d'hydrogène provenant de la rectification des pétroles, par des procédés synthétiques analogues à ceux que nous venons de décrire.

L'essence de Savoie

Notre pays se trouve actuellement placé dans des conditions économiques tellement exceptionnelles que certaines synthèses sont devenues intéressantes, auxquelles on n'aurait jamais songé en régime normal; de ce nombre est la production d'un carburant liquide, pouvant être substitué, litre pour litre, à l'essence déficiente. A la base de ce produit se trouve l'aldéhyde acétique, préparée, comme nous l'avons dit, à partir de l'acétylène; ce produit est un liquide incolore, à l'odeur forte, bouillant à 21 degrés. Mais sa grande volatilité, supérieure à celle de l'éther ordinaire, ne permet pas son emploi, à l'état isolé, dans les moteurs à explosion; il faut lui ajouter d'autres liquides moins volatils; l'un d'eux est la paraldehyde acétique, formée par la condensation de trois molécules d'aldéhyde en une seule; ce polymère doit donc avoir une plus grande fixité, puisque sa molécule est plus lourde; de fait, c'est un liquide bouillant à 123 degrés, mais se solidifiant au-dessous de 10, ce qui pourrait donner lieu à des difficultés si on n'intervenait pas, comme nous l'allons indiquer, pour retarder cette congélation. Notons auparavant qu'on obtient très aisément cette paraldehyde en élevant la température dans la réaction qui donne naissance à l'aldéhyde. On pourrait même obtenir un produit encore plus condensé, la métaldehyde, qui se présente sous forme d'un solide blanc, d'un emploi aussi commode pour le chauffage que l'alcool solidifié.

A ces deux liquides, aldéhyde et paraldehyde, M. Girard, directeur de l'usine Bozel-Malétra, au Villard-de-Planay (Isère), a imaginé d'en ajouter un troisième, qui est l'acétone, et il a constitué ainsi une mixture très appréciée comme substitut de l'essence, qui a reçu des usagers reconnaissants le surnom d'essence de Savoie. L'acétone peut encore être préparée par synthèse en partant de l'acétylène, mais il a été jusqu'ici plus commode et plus économique de la tirer de la distillation du bois; c'est un liquide

(1) La formule de l'aldéhyde est, en effet, $\text{CH}_3 - \text{CHO}$, et celle de l'acide $\text{CH}_3 - \text{CO}_2\text{H}$.

incolore, bouillant à 57 degrés et parfaitement combustible grâce à la présence du carbone et de l'hydrogène dans sa molécule. L'essence de Savoie, dont on peut modifier les propriétés en agissant sur les proportions des constituants, a jusqu'ici rempli son rôle, remplaçant l'essence ordinaire, avec un rendement au moins égal, sans danger et sans aucune modification des organes du moteur : son prix de revient, sans taxe, est actuellement un peu supérieur à celui de l'essence avec taxe; mais son grand inconvénient provient de sa rareté; bien que plusieurs usines des Alpes soient équipées pour la préparation de cette mixture, n'en obtient pas qui veut. On a cité, pour la production actuelle, le chiffre de 2 000 tonnes par mois; ce chiffre, s'il n'est pas exagéré, permettrait d'actionner 800 camions ou autocars faisant chacun 300 kilomètres par jour.

Quant au plafond de la production, on peut le calculer assez arbitrairement comme suit : la capacité de production annuelle de nos usines de carbure (qui sont toutes situées en France non occupée) est voisine de 200 000 tonnes, et la production elle-même est conditionnée par les applications (éclairage, soudure autogène, préparation de la cyanamide calcique...). Avec 200 000 tonnes de carbure, on pourrait produire 80 000 à 90 000 tonnes d'essence de Savoie : tel paraît être le plafond qu'on ne saurait dépasser pour le moment. Evidemment, comparé aux millions de tonnes d'essence jadis consommés, et parfois gaspillés sur nos routes, c'est bien peu de chose : l'équivalent des mines alsaciennes de Pechelbronn; mais nous sommes au point de ne rien laisser perdre.

L. HOULLEVIGUE.

La mise au point de prototypes nouveaux et le perfectionnement des types d'appareils en service se poursuit chez les belligérants, parallèlement à la construction accélérée en grande série des modèles équipant les flottes aériennes au début du conflit. En Allemagne comme en Grande-Bretagne, de nouveaux appareils ont vu le jour, dont certains seraient déjà en fabrication, mais sur lesquels les renseignements précis manquent évidemment. C'est ainsi que, pour les avions de chasse, on signale l'apparition, en Allemagne, du Focke-Wulf Fw 198, monomoteur à train tricycle et hélice propulsive, armé de quatre mitrailleuses et un canon automatique; en Angleterre, du Hawker « Tornado », monoplace armé de douze mitrailleuses. La vitesse maximum de ces deux appareils approcherait de 700 km/h. Parmi les destroyers-bimoteurs, à un nouveau Heinkel allemand s'opposerait le Westland « Whirlwind » dont on sait seulement avec certitude qu'il serait équipé de moteurs Rolls-Royce Merlin et qu'il serait armé de canons automatiques sous tourelles. Parmi les avions de combat, on trouve en Allemagne le Focke Wulf « Kurier », dérivé du « Condor », et le Heinkel He 119, dérivé du Heinkel III, et en Angleterre l'Avro « Manchester » dont le poids atteindrait 14 t et la vitesse 520 km/h. Parmi les moteurs nouveaux, il faut signaler en particulier la mise au point du Mercedes-Benz DB 603 de 1 700 ch (12 cylindres en V à compresseur), du DB 605 de 2 000 ch (24 cylindres en X), d'un Junkers de 2 000 ch à refroidissement par liquide. En Angleterre, plusieurs moteurs de 2 000 ch ont vu également le jour : un Bristol (18 cyl. en double étoile), le Napier « Salvie » (24 cyl. en H), le Rolls-Royce « Vulture » (24 cyl. en X), ce dernier équipant précisément le nouveau chasseur Hawker « Tornado » et le destroyer Avro « Manchester ».

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

par V. RUBOR

Nouveau type de micheline à « bogie-chien »

On sait que la « Micheline », véhicule à pneumatique sur rails, constitue une solution extrême dans le domaine du matériel léger de chemins de fer (1). Ses possibilités exceptionnelles sont une conséquence de l'excellente adhérence du pneumatique sur le rail (de 0,50 à 0,70 (pneus à lamelles), suivant le degré d'humidité et de propreté du rail, contre 0,14, chiffre moyen admis dans la technique ferroviaire actuelle pour le coefficient de frottement roue en acier sur rail en acier).

Le poids mort par voyageur transporté assis, qui atteint 1 000 kg dans une voiture ordinaire à bogies, s'abaisse à 450 kg dans certains autorails légers. Il est même réduit à 170 kg dans la nouvelle Micheline type 23, dite à « bogie-chien ».

La caisse de la voiture (48 places assises) repose aux extrémités sur deux bogies porteurs à quatre

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 171, page 252.

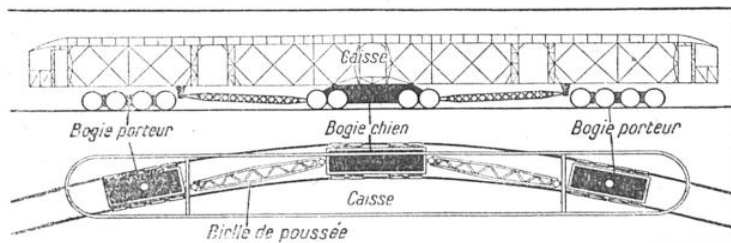


FIG. 1. — ENSEMBLE DE LA MICHELINE 23 MONTRANT LE CHASSIS MOTEUR AU CENTRE ET LES LONGUES POUTRES TRANSMETTANT L'EFFORT PROPULSEUR ET TRACTEUR AUX CHASSIS PORTEURS

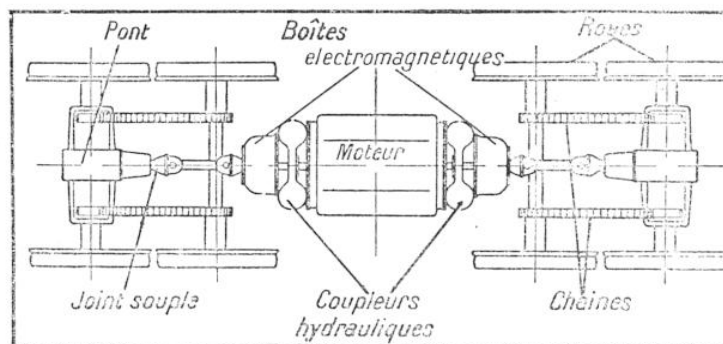


FIG. 2. — L'ÉQUIPEMENT DU CHASSIS MOTEUR DE LA MICHELINE

essieux chacun et au centre sur un bogie moteur à quatre essieux qui transmet sa poussée à la caisse par deux longues poutres galbées (fig. 1); c'est la position classique du chien du colporteur, attelé sous la voiture à bras de son maître.

Les deux bielles de poussée ont été prévues très longues, afin de diminuer la « composante d'obliquité »; mais il se produit néanmoins, en courbe (1), un raccourcissement appa-

(1) En alignement droit, le bogie-chien se trouve dans l'axe de la voie; il se déporte transversalement de 22 cm en courbes de 250 m de rayon et de 55 cm en courbes de 100 m de rayon (fig. 1), heureusement fort rares (accès d'ateliers ou de dé-

rent qui atteint 10 mm. Cette différence a été rattrapée par des tampons en caoutchouc.

Les ressorts des bogies porteurs présentent une disposition dissymétrique particulière. Quand la voiture est en charge normale, les quatre essieux sont également chargés; quand elle est vide, les essieux extrêmes sont les plus chargés, ce qui est logique, puisqu'ils assurent le guidage du bogie.

Le bogie-chien constitue un bel ensemble mécanique où se trouvent appliquées les solutions les plus modernes de la traction par moteur à explosion (fig. 2).

Le moteur, placé au centre du châssis, est un moteur à essence Panhard de 400 ch à 12 cylindres en V, de 140 mm d'alésage et 160 mm de course; sa vitesse régime est de 1 600 tours/mn.

A chaque extrémité du moteur se trouve un coupleur hydraulique Vulcan-

pôts, où l'on a soin d'écarter les obstacles du voisinage de la voie). On sait que le Métro de Paris présente, à la station Bastille, une courbe en rampe de 35 m de rayon.

Sinclair qui joue le rôle d'un embrayage automatique. Rappelons que ce type de coupleur comporte deux « coquilles » rotatives concentriques, laissant entre elles un intervalle partiellement rempli d'huile. A mesure que la force centrifuge se fait sentir, l'huile est rejetée vers la périphérie et l'entraînement augmente; en marche normale, le « glissement » ne dépasse pas 2 %.

Le mouvement est transmis par les coupleurs hydrauliques à deux boîtes électromagnétiques Cotal fournissant quatre « vitesses ». A la sortie des boîtes, le mouvement est transmis par des joints souples Spicer-Glaenzer à des arbres transversaux, analogues au « pont arrière » d'une voiture, reliés eux-mêmes par chaînes aux essieux. On notera la présence, entre le joint souple et l'engrenage conique du pont, d'une roue libre qui a pour objet de protéger le moteur contre une manœuvre inconsiderée du mécanicien : supposons que celui-ci place la manette de commande des boîtes Cotal en première position alors que la Michelin file 140 km/h : le moteur devrait passer brusquement de 1 600 à 6 800 tours/mn et serait infailliblement détruit. La roue libre s'oppose à cet entraînement de survitesse.

La concentration du mécanisme sur un chariot-moteur indépendant offre de grands avantages pour l'entretien, le dit chariot pouvant être échangé en trois heures. Elle assure, d'autre part, un accroissement du confort, par la diminution des vibrations transmises à la caisse et l'élimination des fumées et odeurs dans les compartiments à voyageurs.

Aux essais officiels, la Michelin 23 a réalisé sans incident la vitesse de 150 km/h; partant du repos, elle a atteint la vitesse de 80 km/h au bout d'un parcours de 900 m,

tandis que le freinage de 100 km/h à l'arrêt est obtenu sur 150 m..., sept fois moins que pour un rapide! Ajoutons que les pneus sont équipés d'un anneau métallique intérieur qui les empêche de s'affaisser complètement au cas improbable d'une crevaison (on compte une crevaison pour 1 million de kilomètres parcourus).

Une solution pratique pour l'automobile à acétylène

Nous avons signalé déjà (1) comment l'acétylène pouvait être utilisé avec succès comme carburant de remplacement par suite de l'énorme quantité de chaleur dégagée par sa combustion (14 300 calories/m³) et montré aussi que son emploi exige une grande prudence lorsqu'il est comprimé. C'est pourquoi on tend actuellement à installer le générateur à bord de la voiture.

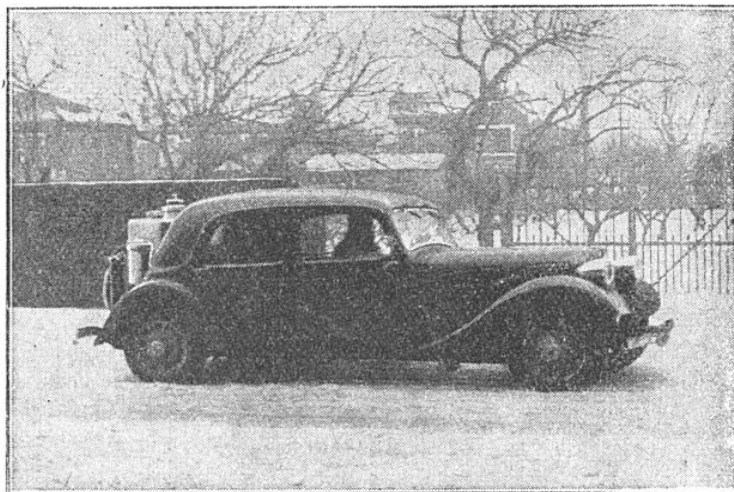
Voici précisément comment la Société Métallur-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 280, décembre 1940.

gique Liotard Frères a abouti à une solution qui paraît aussi simple que pratique et sûre. L'équipement Lilor ainsi réalisé, qui fonctionne sans modification à l'acétylène pur ou au mélange acétylène-alcool, comprend le générateur proprement dit, les épurateurs-filtres et un distributeur automatique.

Le générateur à basse pression, du type à contact, dont la fig. 4 permet de comprendre le fonctionnement, utilise le carbure de calcium de qualité courante « concassé moyen ». On voit notamment qu'au repos, l'acétylène formé par contact du carbure et de l'eau refoule cette dernière dans son réservoir et que le dégagement gazeux cesse automatiquement. De plus, la pression du gaz dans le compartiment du carbure ne peut dépasser celle correspondant à la hauteur de la colonne d'eau du réservoir. Dès que le moteur tourne, la pression tend à baisser, l'eau revient au contact du carbure, d'où un dégagement régulier et proportionné à la consommation.

Le gaz formé traverse un séparateur d'eau, puis un filtre à coke où il se débarrasse de la plupart des impuretés (eau, poussières



T W 7676

FIG. 3. — VOITURE CITROËN 7-9 CH ÉQUIPÉE AVEC UN GÉNÉRATEUR LILOR

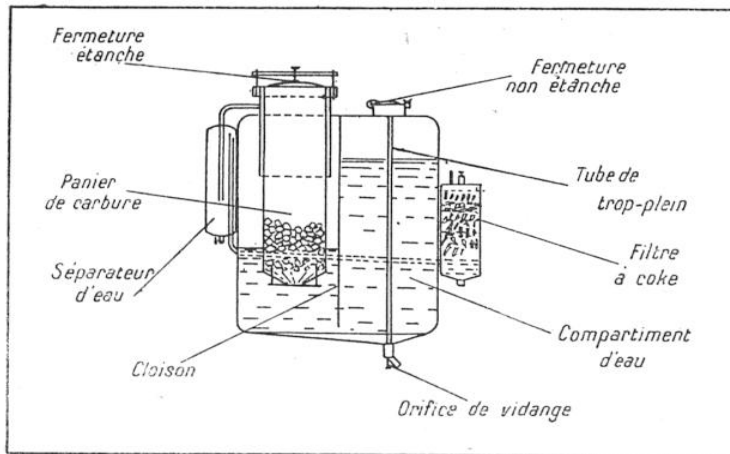


FIG. 4. — SCHÉMA DU GÉNÉRATEUR D'ACÉTYLÈNE LILOR

L'acétylène est produit par le contact de l'eau et du carbure. L'élévation de l'eau dans le compartiment de gauche — et par suite la production de gaz — croît avec la consommation du moteur. A l'arrêt, la pression de l'acétylène formé refoule l'eau dans le compartiment de droite et le dégagement du gaz s'arrête. La pression de ce dernier ne peut excéder celle correspondant à la hauteur de la colonne d'eau du réservoir.

de chaux); enfin un filtre spécial « Gazo-Diatrex Alpha-Lilor », placé sous le capot de la voiture, comprenant des feuilles de pâte cellulosique, arrête les dernières impuretés.

La polymérisation de l'acétylène, qui se produit au-dessus de 120° C, en donnant des composés tels que benzène, styrolène, produits goudronneux, etc., pourrait provoquer une inflammation spontanée. Or, la couleur blanche de la chaux, récoltée au bas de ce générateur, montre que ce phénomène n'a pas lieu ici, sinon elle serait teintée en jaune par les polymères de l'acétylène.

La simplicité de cet appareillage est évidente. Les essais n'en ont pas moins démontré le bon fonctionnement et l'ingénieur en chef des Mines de Marseille écrivait le 30 octobre 1940 : « Au cours de l'essai effectué sur le trajet Marseille-Avignon (110 km), les démarrages, reprises, accélérations, ralentissements ont lieu exactement comme dans une voiture à essence. » Ajoutons que cet équipement a

été prévu pour les voitures moyennes dont la cylindrée ne dépasse pas deux litres et que prochainement un modèle spécial pour camions légers sera construit également en série.

Pour l'auscultation des routes

LES routes de grande circulation, et notamment les autostrades prévues pour autoriser le maximum de vitesse des automobiles, ne sauraient remplir convenablement leur mission si leur surface présentait des irrégularités supérieures au taux admissible par la suspension des véhicules. Si exercé qu'il soit, l'œil ne peut cependant prétendre déceler les petites dénivellations mieux que la roue même d'une automobile appelée à circuler sur la chaussée. Or, il est important de les corriger, car elles sont à l'origine de détériorations plus graves.

En Allemagne, on a mis

en service à cet effet un petit appareil électrique très simple qui révèle automatiquement les irrégularités de faible importance, en les classant par ordre d'importance : trous de 1 cm de profondeur, saillies de 1, 2, 3 cm de hauteur. Le principe consiste à enregistrer les déplacements verticaux d'une pièce solidaire de la partie non suspendue par rapport à une autre pièce fixée à la partie suspendue de la voiture. Le premier organe est constitué par une tige métallique cylindrique filetée à sa partie inférieure et dont la hauteur est réglable au moyen d'un collier et de deux écrous. Le deuxième est un cylindre en matière isolante portant à l'intérieur quatre touches de contact sphériques reliées chacune à un compteur. La hauteur de la tige qui peut coulisser dans ce cylindre est réglée pour que le premier contact se trouve normalement à 1 cm au-dessous de son extrémité supérieure. Les trois autres contacts sont alors respectivement à 1 cm, 2 cm, 3 cm au-dessus de cette extrémité.

Dans ces conditions, les compteurs reçoivent une impulsion de courant à chaque passage de la tige sur un contact et totalisent ces impulsions.

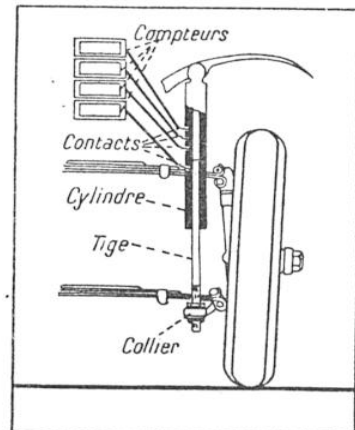


FIG. 5. — SCHÉMA DU DISPOSITIF POUR L'AUSCULTATION DES ROUTES

Le conducteur maintenant la vitesse de la voiture à 70 km/h est accompagné d'un aide qui note la nature et le lieu des irrégularités enregistrées. Comme les résultats obtenus au cours de plusieurs parcours sur une même section de route sont concordants, on doit les considérer comme suffisamment exacts pour établir un graphique qui fait connaître l'état de l'autostrade au moment où elle est ainsi auscultée. La comparaison des graphiques tracés à des intervalles de temps déterminés montre quelles sont les singularités qui ont tendance à s'aggraver et auxquelles il faut porter remède.

Une installation perfectionnée pour les demi-sourds

PARLER très fort et près de l'oreille d'une personne dont l'ouïe a perdu une partie notable de sa sensibilité ne constitue qu'une solution précaire et incomplète, presque sans effet dans certains cas. Aussi l'usage d'un microphone au carbone alimenté par une pile électrique et d'un casque récepteur a-t-il apporté une amélioration sensible à cette situation. Toutefois, la sensibilité exigée de ces appareils entraîne des phénomènes de résonance qui déforment l'intensité des sons et peuvent rendre la parole difficilement intelligible.

Attaqué dans toute son ampleur, sans limitation de poids ni de prix, le problème paraît avoir été résolu récemment dans les meilleures conditions autorisées par la technique actuelle. Tout d'abord, en utilisant un casque téléphonique et un microphone d'excellente qualité, dont



T W 1708

FIG. 6. — ENSEMBLE DE L'INSTALLATION POUR PERMETTRE A UN DEMI-SOURD DE SUIVRE UNE CONVERSATION

Sur la table, la sphère portant aux extrémités d'un diamètre horizontal les microphones, correspondant chacun à un écouteur du casque téléphonique. Sous la table, les amplificateurs : un pour chaque microphone.

la faible sensibilité est compensée par des amplificateurs, on peut éliminer les résonances indésirables et régler les courbes d'amplification des appareils (un pour chaque oreille), de façon que cette amplification soit constamment en rapport avec le seuil d'audibilité. On sait, en effet, que ce seuil varie avec la fréquence des ondes sonores (hauteur du son) et l'on sait tracer, pour chaque oreille, la courbe représentant la valeur du seuil (en décibels) avec la fréquence en hertz (périodes par seconde). Or, la technique radioélectrique permet précisément de faire varier l'amplification d'un appareil à lampes avec la fréquence suivant très approximativement une courbe tracée d'avance.

Il est d'ailleurs à remarquer que le demi-sourd, le « sourdaud », de longue date, habitué à n'entendre que des sons déformés — car la diminution de la sensibilité auditive varie elle-même avec la fréquence — ne s'adapte pas immédiatement et parfois dif-

ficilement à l'écoute de sons normaux.

Il faut ajouter à cela que le seuil d'audibilité d'un sourdaud, étant plus élevé que celui d'une oreille normale, se rapproche de la limite d'intensité sonore au-dessus de laquelle l'oreille réagit douloureusement. Aussi les amplificateurs sont-ils munis d'un dispositif de réglage automatique du volume sonore.

On a été plus loin encore dans l'installation destinée à rendre au sourdaud ses facultés auditives. De même, en effet, que seule la vision binoculaire procure la sensation du relief, de même la direction de la source sonore ne peut être perçue que par l'audition au moyen des oreilles. C'est à la différence de trajet des ondes sonores pour parvenir à chaque tympan et au léger affaiblissement du son frappant l'oreille la plus éloignée, par suite de la diffraction des ondes faisant le tour de la tête, que nous devons la faculté de saisir la direction du son. C'est d'ailleurs sur

LE NUMÉRO SPÉCIAL DE PAQUES (AVRIL 1941) de

la Science et la Vie

sera un véritable volume de **180 pages**, contenant de nombreux articles rédigés par les spécialistes les plus qualifiés et consacrés aux questions d'actualité dans tous les domaines : militaires, économiques, scientifiques et techniques, illustrés par de très nombreuses photographies, schémas, graphiques parlants et compositions par nos artistes habituels

- ★ Passant en revue les événements militaires de ces douze derniers mois, il dégagera les enseignements techniques des opérations sur le continent : pourquoi les chars sont passés, la guerre aéronavale de juin 1940 à avril 1941, les porte-avions en Méditerranée, l'avion et le char dans le désert, etc.
- ★ Il rassemblera une documentation unique sur l'effort de réarmement des Etats-Unis, sur mer et dans les airs, en passant en revue la composition des escadres américaines de l'Atlantique et du Pacifique, et les caractéristiques des avions et hydravions en service dans l'Army Air Corps et l'U. S. Navy.
- ★ Il montrera l'évolution récente de la technique de l'armement sur terre, sur mer et dans les airs : armes automatiques et matériel d'accompagnement d'infanterie, chasseurs monomoteurs et destroyers aériens bimoteurs, tourelles quadruples des bombardiers britanniques, camouflage, tir à la mer, etc.
- ★ Il exposera les derniers progrès de la technique des « carburants » nationaux, de l'aménagement des ressources hydrauliques françaises et l'intérêt des cultures nouvelles pour le ravitaillement national.
- ★ Il groupera plusieurs études magistrales sur l'évolution et les origines de l'homme, la recherche de la paternité, les récents progrès du cinéma sonore, l'avenir de la turbine à gaz, la radiothérapie du cancer, etc.

Le numéro spécial de la Science et la Vie, d'Avril 1941
SERA MIS EN VENTE POUR PAQUES

ASSUREZ-VOUS cette magnifique livraison en "OUSCRIVANT, DÈS MAINTENANT, un abonnement au prix habituel (Compte de Chèques Postaux : Toulouse 184.05).

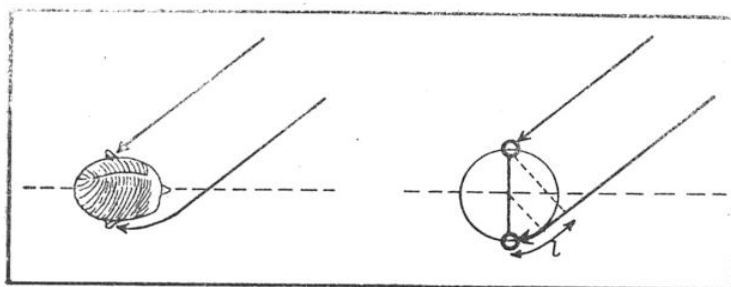


FIG. 7. — LA DIRECTION D'UNE SOURCE SONORE EST DÉCELÉE PAR LE DÉCALAGE DES ONDES ARRIVANT AUX DEUX OREILLES

Les trajets des ondes diffèrent d'une longueur l sur la sphère portant les deux microphones (à droite).

ce principe qu'est fondée, on le sait, la détection acoustique des avions (1). Un problème analogue se pose au cinéma où tous les sons proviennent du même haut-parleur; il a été par-

tiellement résolu par l'emploi de plusieurs haut-parleurs. Dans le cas qui nous occupe, l'audition des deux oreilles est capitale, ne serait-ce que pour permettre au demi-sourd de suivre aisément une conversation entre plusieurs interlocuteurs.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 272, de février 1940.

Il suffit évidemment d'utiliser deux microphones, un pour chaque oreille, pour obtenir l'effet désiré. Mais l'emplacement de ces microphones n'est pas indifférent. On a été amené à les placer sur une tête artificielle de dimensions convenables à un écartement égal à celui des deux oreilles. Chaque microphone alimente l'écouteur correspondant situé contre l'oreille par l'intermédiaire d'un amplificateur (fig. 6).

Les résultats ont été, paraît-il, excellents. Seule, la discrimination des directions « avant » et « arrière » demeure difficile. C'est sans importance lorsqu'on voit ses interlocuteurs.

V. RUBOR.

(283)

BULLETIN D'ABONNEMENT

Nom (en majuscules) et prénoms :

Adresse :

Déclare m'abonner pour } un an, au prix de
} 6 mois.

(tarif ci-contre) que je vous adresse par Chèque postal 184.05
Toulouse. Le premier numéro à envoyer sera le n°

Imp. Régionale, Toulouse.

TARIF DES ABONNEMENTS A "LA SCIENCE ET LA VIE"

FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affran-	1 an.....	55 fr.
chis.....	6 mois.....	28 fr.
Envois recommandés.....	1 an.....	65 fr.

ÉTRANGER

Pour les pays ci-après : Australie, Bolivie, Chine, Danemark, Etats-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Iles Philippines, Irlande, Islande, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Rhodésie:

Envois simplement affran-	1 an.....	100 fr.
chis.....	6 mois.....	52 fr.
Envois recommandés.....	1 an.....	120 fr.
	6 mois.....	65 fr.

Pour les autres pays :

Envois simplement affran-	1 an.....	90 fr.
chis.....	6 mois.....	46 fr.
Envois recommandés.....	1 an.....	110 fr.
	6 mois.....	56 fr.

Les abonnements partent de l'époque désirée et sont payables d'avance, par mandats-cartes ou chèques postaux de préférence. — Tout changement d'adresse doit être accompagné de la somme de 1 franc en timbres-poste.

"LA SCIENCE ET LA VIE"

Rédaction et Administration : actuellement : 22, rue Lafayette, Toulouse (H^e-G^e)

Chèques Postaux : Toulouse 184.05

Le Gérant : L. LESTANG.

DEVENEZ

RADIO-TECHNICIEN

ou

SOUS-INGÉNIEUR

DIPLOMÉ recherché et bien payé,

en suivant sur place ou par correspondance les cours de

L'ÉCOLE PROFESSIONNELLE
SUPÉRIEURE DE T.S.F.

51, Boulevard Magenta - PARIS (X^e)

Pour la **zone libre**, s'adresser :

Château de VILLAC (Dordogne)

CEYBE, Publicité.

EQUIPEMENT LILOR

ACÉTYLÈNE

LE PREMIER AGRÉÉ PAR L'O. C. A.



GÉNÉRATEUR BASSE PRESSION

FILTRATION PARFAITE DU GAZ

DISTRIBUTEUR AUTOMATIQUE INDÉRÉGLABLE



SIMPLICITÉ - ÉCONOMIE - SÉCURITÉ



SOCIÉTÉ MÉTALLURGIQUE LIOTARD FRÈRES - Suc^{le}, 4, Place Jérusalem - AVIGNON



NICE, 21, boul. Frank-Pilatte

TÉLÉPHONE 61.14

(Pendant la guerre)

PARIS, 152, Avenue Wagram

TÉL. WAGRAM 27.97

Cours sur place ou par correspondance

INDUSTRIE

DESSINATEUR, TECHNICIEN, SOUS-INGÉNIEUR, INGÉNIEUR en Mécanique générale, Constructions aéronautiques, Électricité, Radiotechnique, Chimie industrielle, Bâtiment, Travaux Publics.

PONTS & CHAUSSÉES

ADJOINT TECHNIQUE ET INGÉNIEUR ADJOINT.

COMMERCE - DROIT AGRICULTURE

SECRÉTAIRE, COMPTABLE ET DIRECTEUR, CAPACITÉ ET LICENCE, AGRICULTURE GÉNÉRALE ET MÉCANIQUE AGRICOLE.

SECTION SCIENCES

Étude et développement par correspondance des Sciences mathématiques et appliquées depuis les cours d'initiation jusqu'aux cours les plus élevés.

Arithmétique, Géométrie, Algèbre, Trigonométrie, Mécanique, Cosmographie, Géométrie descriptive, Mathématiques générales, Calcul différentiel, Calcul intégral, Géométrie analytique, Physique, Chimie, Électricité, Résistance des matériaux Baccalauréats.

MARINE MARCHANDE

Les nouvelles constructions prévues pour la Marine Marchande ainsi que son futur développement et les nouveaux statuts qui sont prévus en font une carrière des plus intéressantes pour les jeunes gens.

On peut être admis à partir de 13 ans dans les cours préparatoires, à 16 ans dans le cours d'Aspirant. Les examens officiels d'Élève-Officier ont lieu à 17 ans.

Examens officiels préparés à l'École : Entrée dans les Ecoles de Navigation, Brevet d'Élève-Officier (Pont, Machines, T.S.F.), Brevets de Lieutenants, d'Officiers Mécaniciens et d'Officiers Radios, Cours spécial d'Aspirant.

AIR ET MARINE

Les engagements reprennent dans la Marine et l'Aviation. En particulier, les radios sont admis avec le brevet provisoire quand ils sont titulaires du diplôme spécial de l'École du Génie civil.

Les mécaniciens et armuriers ont un examen à subir auquel prépare l'École. Les candidats peuvent préparer en même temps : officier mécanicien et officier radio de 2^e classe de la Marine marchande.

AVIATION CIVILE

Brevets de Navigateurs aériens. Concours d'Agents techniques et d'Ingénieurs Adjoints.

PROGRAMMES GRATUITS

Joindre un timbre pour toute réponse

Inscriptions par correspondance à toute époque

Rentrée sur place au 1^{er} janvier

CEYBE, Publicité.

IMP. RÉGIONALE, TOULOUSE.